

# THÈSES

PRÉSENTÉES

à la Faculté des Sciences  
de l'Université de Lyon

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES

PAR

Marie BLOCH

*Licenciée ès Sciences*

*Astronome à l'Observatoire de Lyon*

1<sup>re</sup> THÈSE : Recherches sur les spectres de Nova Serpentis et  
Nova Cygni 1948.

2<sup>e</sup> THÈSE : Propositions données par la Faculté.

Soutenues le 29 juin 1950 devant la Commission d'Examen :

MM. DEJARDIN, *Président.*

DUFAY  
BERNARD } *Examineurs*

SERVICE DES PUBLICATIONS DU C. N. R. S.

13, Quai Anatole France

PARIS 7<sup>e</sup>

1950



# THÈSES

PRÉSENTÉES

à la Faculté des Sciences  
de l'Université de Lyon

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES

PAR

Marie BLOCH

*Licenciée ès Sciences*

*Astronome à l'Observatoire de Lyon*

1<sup>re</sup> THÈSE : Recherches sur les spectres de Nova Serpentis et  
Nova Cygni 1948.

2<sup>e</sup> THÈSE : Propositions données par la Faculté.

Soutenues le 29 juin 1950 devant la Commission d'Examen :

MM. DEJARDIN, *Président.*

DUFAY  
BERNARD } *Examineurs*

SERVICE DES PUBLICATIONS DU C. N. R. S.

13, Quai Anatole France

PARIS 7<sup>e</sup>

1950

UNIVERSITÉ DE LYON  
FACULTÉ DES SCIENCES

*Doyen* : M. R. DOUIN

*Assesseur* : M. H. EYRAUD

*Doyen honoraire* : M. H. LONGCHAMBON

*Professeurs honoraires* :

MM. VESSIOT  
DULAC  
VANEY  
MEUNIER L.

MM. SIRE  
FROMAGEOT  
LOCQUIN

*Professeurs* :

MM. LONGCHAMBON, Minéralogie  
DOUIN, Botanique  
DEJARDIN, Physique  
SOLLAUD, Zoologie  
THIBAUD, Physique expérimentale  
EYRAUD, Calcul différentiel et intégral  
THORAL, Géologie  
DŒUVRE, Chimie organique  
PRETTRE, Chimie industrielle

MM. KUEHNER, Botanique  
COURTY, Chimie-Physique  
CORDIER, Physiologie  
MALECOT, Mécanique rationnelle  
PARIS, Chimie minérale  
AUMERAS, Chimie  
BERNARD, Physique  
VIRET, Géologie  
BENARD, Chimie  
COLONGE, Chimie

*Maîtres de conférences et Chargés de cours* :

MM. MEUNIER P., Chimie biologique  
GILLES, Botanique  
MOUSSA, Physique  
M<sup>me</sup> CHAIX, Chimie biologique  
M. WAUTIER, Zoologie

MM. JANIN, Physique  
BRACONNIER, Mathématiques  
NIGON, Zoologie  
MENTZER, Chimie biologique

*Chargés de cours complémentaires* :

MM. DUFAY, Astronomie et Physique supérieure  
STRIFFLING, Météorologie  
PELLETIER, Géologie  
M<sup>me</sup> FIASSON, Zoologie  
MM. GARRIGUES, Botanique  
MESNARD, Physique

MM. PENNANEAC'H, Mathématiques  
GAUTIER J., Chimie  
MAZENOT, Géologie  
GAUTHIER H., Géologie  
MURET, Botanique  
FIASSON, Zoologie

*Secrétaire* : M. ROUX



# RECHERCHES SUR LES SPECTRES DE NOVA SERPENTIS ET NOVA CYGNI 1948

par Marie BLOCH

Observatoires de Lyon et de Haute-Provence.

**SOMMAIRE.** — *Les deux premières parties de ce travail concernent l'étude des spectres de Nova Serpentis et de Nova Cygni 1948, de juin à août 1948. On y trouve les listes des longueurs d'onde observées avec leurs identifications probables. En outre, les intensités énergétiques des raies d'émission ont été mesurées et ont permis de préciser les stades d'évolution présentés par ces deux novae. Ils sont très différents. Pour Nova Cygni, l'explosion se serait produite peu avant le début des observations, vers le 14 mai, et l'étoile aurait atteint la magnitude 7 environ. Ses modifications rapides ont permis de voir le spectre « d'émission principale », composé d'ions et d'atomes faciles à ioniser : NaI, CaII, FeII, TiII,..., s'effacer graduellement, tandis qu'apparaissait le spectre dit « diffuse-enhanced » montrant des éléments de potentiels d'ionisation plus élevés : HeI, OII, NII. Le plus haut potentiel atteint est celui de NIII, 47,27 eV ; mais le spectre de recombinaison proprement dit était encore assez faible, et on observait surtout la sélection des raies de NIII prévue par le mécanisme de fluorescence de Bowen, dont l'excitation exige moins d'énergie. Toutes ces raies avaient une structure complexe, caractérisée surtout par une forte absorption à  $\sim 1\,240\text{ km/sec}$  et une émission large à  $\sim 60\text{ km/sec}$ .*

*Nova Serpentis, au contraire, découverte bien après le maximum d'éclat, était déjà au stade nébulaire et son spectre n'a pas changé de façon sensible pendant nos observations. Il présentait, sur un fond continu extrêmement faible, des raies d'émission larges et doubles, correspondant à des éléments à degrés très divers d'ionisation, avec prédominance des plus élevés. L'azote, par exemple, donnait en même temps les raies de NII (29,49 eV) et celles de NV (97,47 eV), l'oxygène, les raies de OII (35,00 eV) et celles de OVI (137,52 eV). Les raies interdites du fer étaient visibles depuis FeII (16,16 eV) jusqu'à FeX (261 eV) et peut-être FeXI (289 eV). Le mécanisme de Bowen renforçait encore sensiblement certaines raies de NIII, mais tout le spectre de recombinaison était, cette fois, bien caractérisé.*

*Les intensités des raies interdites de l'oxygène, ont permis de calculer les températures électroniques, 7 780°K pour Nova Serpentis, 5 840°K pour Nova Cygni au début de juin. Pour cette dernière étoile, on a aussi discuté la température de couleur ; mais elle est mal définie, car le spectre continu paraît assez différent de celui d'un corps noir. On trouve environ 6 800°K si l'on cherche à utiliser toute l'étendue des spectres (3 800-6 500 Å). Si l'on se borne à la région 3 800-4 600 Å, comme le font la plupart des auteurs, la détermination de la température est alors bien meilleure et donne 5 200°K du 4 au 16 juin, 4 400°K du 4 juillet au 25 août.*

*La troisième partie de cet article se rapporte à la discussion de la méthode de mesures d'intensité des raies d'émission superposées à un fond continu, à l'aide de clichés obtenus au laboratoire.*

## INTRODUCTION

Au printemps de 1948, deux novae ont été découvertes et l'étude de leurs spectres a été entreprise à l'Observatoire de Haute-Provence.

Ces étoiles étaient très différentes. Le spectre de Nova Serpentis correspondait déjà au stade nébulaire et présentait les raies brillantes d'atomes où prédominaient les plus hauts degrés d'ionisation. Il s'y trouvait de très nombreuses raies interdites. Nova Cygni, au contraire, était encore très près de son maximum d'éclat. Son spectre montrait, sur un fond continu, de très nombreuses raies d'absorption et d'émission. C'était une nova à évolution rapide, et, au cours de nos observations, nous avons vu les raies d'éléments à très faible ionisation céder la place à d'autres atomes un peu plus fortement ionisés.

Le but de ce travail est de donner les résultats des observations : longueurs d'onde, structure et intensités des raies, détermination des éléments présents en justifiant leur identification. La description des spectres de chacune des deux novae forme les deux premiers chapitres.

Un soin spécial a été apporté à la mesure des intensités énergétiques des raies qui, au lieu d'être estimées comme dans la plupart des études de ce genre, ont été mesurées photométriquement sur les enregistrements. L'étude de la méthode de mesure d'intensités de raies brillantes superposées à un fond continu, telles que se présentent les raies des novae, a été faite au laboratoire. Elle constitue le troisième chapitre de ce travail.

Je désire exprimer ma reconnaissance à M. J. DUFAY, Directeur des Observatoires de Lyon et de Haute-Provence, qui m'a permis de faire cette étude et m'a toujours prodigué avec bienveillance ses conseils éclairés,

à M. Ch. FEHRENBACH, Directeur-Adjoint de l'Observatoire de Haute-Provence dont l'aide m'a été précieuse pendant mes séjours dans cet Observatoire, et qui a contribué à l'étude préliminaire de Nova Cygni aux premiers jours de son observation,

enfin à tout le personnel de l'Observatoire de Haute-Provence, et, en particulier, à M. R. MÉVOLHON qui m'a souvent aidée pour la prise des clichés, et même l'a assurée parfois en mon absence.

## CHAPITRE I

### Le spectre de Nova Serpentis 1948

#### I. OBSERVATIONS.

Cette nova a été découverte par BARTAY, Abastumani, le 9 avril 1948 [1]. Il l'annonce comme étoile de magnitude photographique 9,5, de magnitude visuelle 9, avec un spectre typique d'une nova au moins 3 magnitudes après son maximum d'éclat.

J'ai étudié son spectre du 30 mai au 2 août 1948 à l'Observatoire de Haute-

Provence. Les clichés ont été pris au spectrographe à 1 prisme de flint monté sur le télescope de 120 cm d'ouverture, dont la dispersion est caractérisée par les nombres suivants :

|                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 41 Å/mm à 3800 Å,  | 88 Å/mm à 4500 Å,  |
| 188 Å/mm à 5500 Å, | 318 Å/mm à 6500 Å. |

On a utilisé des plaques Kodak 103 aC qui permettent l'étude du spectre de  $H_\beta$  à  $H_\alpha$ .

Les images ont été légèrement élargies au cours des poses, plus ou moins selon l'éclat de la nova et les conditions d'observation, en laissant l'étoile se déplacer lentement le long de la fente par faible dérèglement du mouvement d'entraînement du télescope, puis en la ramenant à son point de départ.

L'étalonnage en longueurs d'onde a été assuré en entourant chaque spectre de la nova par ceux du fer, de l'hydrogène, du néon et du cadmium. Les mesures de longueurs d'onde ont été faites, soit directement sur les clichés au comparateur, soit sur des enregistrements obtenus au microphotomètre de CHALONGE de l'Observatoire de Haute-Provence ou au microphotomètre de MOLL de l'Observatoire de Lyon.

Les dates des observations et la durée des temps de pose sont données dans le Tableau I.

TABLEAU I

|             |          |              |          |
|-------------|----------|--------------|----------|
| 1948 30 mai | 1 h      | 1948 16 juin | 2 h 50 m |
| 31 mai      | 32 m     | 24 juin      | 2 h      |
| 31 mai      | 56 m     | 26 juin      | 2 h 30 m |
| 1 juin      | 15 m     | 28 juin      | 1 h 45 m |
| 1 juin      | 2 h      | 30 juin      | 3 h      |
| 2 juin      | 15 m     | 5 juillet    | 2 h 30 m |
| 2 juin      | 1 h 10 m | 8 juillet    | 3 h      |
| 5 juin      | 25 m     | 13 juillet   | 2 h 45 m |
| 6 juin      | 1 h 30 m | 19 juillet   | 1 h 50 m |
| 12 juin     | 3 h      | 2 août       | 1 h 40 m |

Pendant cette période, l'éclat de la nova a décliné. D'après la courbe de lumière publiée par W. LOHMANN [2], sa magnitude visuelle a varié de 9,9 à 10,6 avec des oscillations importantes, en particulier du 6 au 16 juin. D'autre part, Mrs M. W. MAYALL a bien voulu nous communiquer les résultats des observations de l'A.A.V.S.O. Les moyennes par 10 jours donnent une diminution d'éclat de la magnitude 8,9 à la magnitude 9,5.

Mais le spectre n'a pas sensiblement changé au cours de ce temps. Il consiste en raies d'émission larges et souvent très intenses. Le spectre continu est extrêmement faible, et n'apparaît que sur les clichés très fortement posés.

## 2. STRUCTURE DES RAIES.

Les raies sont doubles et les deux composantes ont à peu près même intensité. Pour les fortes raies, la largeur de chacune d'elles est de 8 à 10 Å. Les déplacements de leurs centres correspondent à des vitesses radiales de

$$- 275 \text{ km/sec} \quad \text{et} \quad + 185 \text{ km/sec.}$$

Dans les grandes longueurs d'onde, en raison de la faible dispersion du spectrographe, on n'observe qu'un maximum unique dont le déplacement vers les petites longueurs d'onde est égal à la moyenne des valeurs trouvées pour les deux composantes, — 45 km/sec.

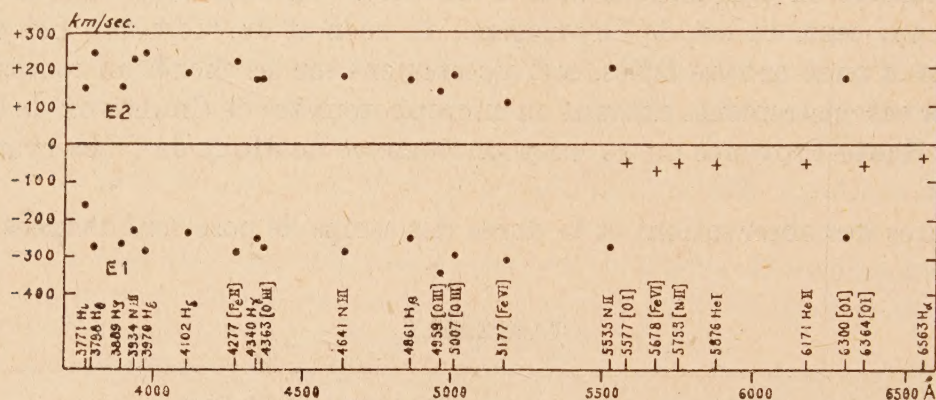


FIG. 1. — Déplacement en km/sec des deux composantes des raies d'émission de Nova Serpentis 1948. Les croix indiquent les déplacements des raies pour lesquelles les composantes n'ont pas été séparées.

La figure 1 montre les déplacements en km/sec des deux composantes des principales raies ; on a choisi celles qui sont dues à un seul élément. J'appelle E1 la composante déplacée vers le violet, E2 celle déplacée vers le rouge. Les croix représentent les vitesses radiales des raies de grandes longueurs d'onde qui n'ont pas été dédoublées.

## 3. DESCRIPTION DU SPECTRE.

Le tableau II donne :

dans la première colonne, les longueurs d'onde observées, corrigées de la vitesse radiale due au mouvement orbital de la Terre ;

dans la deuxième colonne, l'intensité moyenne, l'intensité de H<sub>β</sub> étant prise égale à 100. J'indique dans le dernier chapitre la méthode employée pour les mesures d'intensités des raies.

Dans la troisième colonne, les lettres E1 ou E2 signifient que la longueur d'onde observée correspond à la composante violette ou à la composante rouge.





Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41552303\\_0040](https://archive.org/details/IA41552303_0040)

Dans la quatrième colonne, on trouve les longueurs d'onde obtenues en faisant une correction de vitesse radiale de  $-275$  ou  $+185$  km/sec selon qu'il s'agit de la composante E1 ou E2. Pour les raies non dédoublées, il n'y a pas d'indications dans la troisième colonne, et la correction est de  $-45$  km/sec.

La cinquième colonne donne les identifications probables.

TABLEAU II

*Raies d'émission de Nova Serpentis 1948*

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ | COMPO-<br>SANTE | $\lambda$<br>CORRIGÉ | IDENTIFICATIONS                                  |
|----------------------|-----------|-----------------|----------------------|--------------------------------------------------|
| 3 768,6              | 30        | E1              | 3 772,1              | { H <sub>ε</sub> 70,6, NIII 71,1(7)              |
| 3 772,5              | 25        | E2              | 3 770,2              |                                                  |
|                      |           | E1              | 3 776,0              | [FeVI] 74,9-76,1, [FeV] 77,4                     |
| 3 785,7              | 26        | E2              | 3 783,3              | [FeV] 82,9, HeII 81,7                            |
| 3 794,3              | 33        | E2              | 3 791,9              | OIII 91,3(6)                                     |
|                      |           | E1              | 3 797,8              | { H <sub>θ</sub> 97,8, [FeV] 98,2                |
| 3 801,9              | 29        | E2              | 3 799,5              |                                                  |
| 3 813,5              | 30        | E2              | 3 811,1              | OIII 11,0(2), OVI 11,4(2), HeII 13,5             |
|                      |           | E1              | 3 816,5              | { [FeVI] 15,1                                    |
| 3 817,5              | 30        | E2              | 3 815,1              |                                                  |
|                      |           | E1              | 3 821,0              | HeI 19,6(4)-19,8(1), OII 21,4(41),<br>[FeV] 20,2 |
| 3 827,8              | 29        | E1              | 3 831,3              | { OII 30,5(41)                                   |
| 3 832,7              | 32        | E2              | 3 830,3              |                                                  |
|                      |           | E1              | 3 836,2              | { H <sub>η</sub> 35,4, OVI 34,2(1)               |
| 3 836,6              | 34        | E2              | 3 834,2              |                                                  |
|                      |           | E1              | 3 840,1              | { HeI 38,1(1), NII 38,4(5), [FeV] 38,1-38,9      |
| 3 842,2              | 25        | E2              | 3 839,8              |                                                  |
| 3 845,9              | 17        | E1              | 3 849,4              | { [FeVI] 49,1, [FeV] 50,8, [FeII] 47,8           |
| 3 851,7              | 8         | E2              | 3 849,3              |                                                  |
| 3 858,5              | 15        | E2              | 3 856,1              | OII 56,2(5)-57,2(4), HeII 58,1                   |
| 3 862,5              | 26        | E1              | 3 866,0              | OII 64,5(5)                                      |
| 3 864,2              | 29        | E1              | 3 867,7              | { [NeIII] 68,7                                   |
| 3 870,3              | 31        | E2              | 3 867,9              |                                                  |
| 3 872,5              | 25        | E1              | 3 876,1              | OII 75,8(4)                                      |
| 3 885,7              | 31        | E1              | 3 889,3              | { H <sub>ζ</sub> 89,1, HeI 88,6(10), [FeVI] 90,9 |
| 3 891,1              | 32        | E2              | 3 888,7              |                                                  |
|                      |           | E1              | 3 894,7              | { [FeV] 91,8-95,7                                |
| 3 895,5              | 28        | E2              | 3 892,1              |                                                  |
| 3 903,5              | 14        | E1              | 3 907,1              | { OII 07,5(4), [FeII] 05,6                       |
| 3 908,6              | 17        | E2              | 3 906,2              |                                                  |
|                      |           | E1              | 3 912,2              | [FeV] 11,1                                       |

TABLEAU II (suite)

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ | COMPO-<br>SANTÉ | $\lambda$<br>CORRIGÉ | IDENTIFICATIONS                                                                |
|----------------------|-----------|-----------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 3 917,6              | 13        | E1              | 3 921,2              | NII 19,0(6), OII 19,3(6),<br>CII 19,0(9)-20,7(10)                              |
| 3 920,2              | 3         | E1              | 3 923,8              | HeII 23,5, [FeV] 23,5                                                          |
| 3 922,4              | 15        | E2              | 3 920,0              | NII 19,0(6), OII 19,3(6)<br>CII 19,0(9)-20,7(10)                               |
| 3 925,5              | 3         | E2              | 3 923,1              | HeII 23,5, [FeV] 23,5                                                          |
| 3 927,8              | 13        | E1              | 3 931,4              | [FeII] 31,4-32,7, OIV 30,6                                                     |
| 3 931,4              | 12        | E1              | 3 935,0              | { NIII 34,4(3), HeI 35,9(I), CIV 36                                            |
| 3 937,4              | 13        | E2              | 3 935,0              |                                                                                |
|                      |           | E1              | 3 941,0              | { NIII 38,5(4), [FeII] 37,8                                                    |
| 3 941,9              | 11        | E2              | 3 939,5              |                                                                                |
|                      |           | E1              | 3 945,5              | OII 45,0(5), OIV 45,3                                                          |
| 3 946,6              | 13        | E1              | 3 950,2              | [FeII] 49,3                                                                    |
| 3 950,2              | 12        | E1              | 3 953,8              | { NII 55,0(6)                                                                  |
| 3 957,2              | 14        | E2              | 3 954,8              |                                                                                |
|                      |           | E1              | 3 960,8              | OIII 61,6(8)                                                                   |
| 3 961,3              | 17        | E1              | 3 964,9              | HeI 64,7 (4)                                                                   |
| 3 963,5              | 31        | E2              | 3 961,1              | OIII 61,6(8)                                                                   |
|                      |           | E1              | 3 967,1              | [NeIII] 67,5                                                                   |
| 3 966,3              | 37        | E1              | 3 969,9              | H <sub>e</sub> 70,1, [FeV] 70,1                                                |
| 3 970,7              | 38        | E2              | 3 968,2              | [NeIII] 67,5                                                                   |
| 3 973,3              | 38        | E2              | 3 970,8              | H <sub>e</sub> 70,1, [FeV] 70,1                                                |
| 3 981,4              | 10        | E1              | 3 985,0              | { [FeXI] 86,1, [FeII] 86,4                                                     |
| 3 988,0              | 13        | E2              | 3 985,5              |                                                                                |
| 3 993,3              | 16        | E1              | 3 997,0              | NII 95,0(10), OIV 95,2(2), [FeVI] 95,8                                         |
| 3 996,3              | 17        | E1              | 4 000,0              | NIII 98,7(3d)                                                                  |
| 3 998,4              | 16        | E2              | 3 995,9              | NII 95,0(10), OIV 95,2(2), [FeVI] 95,8                                         |
| 4 001,5              | 12        | E2              | 3 999,0              | NIII 98,7(3d)                                                                  |
|                      |           | E1              | 4 005,2              | { NIII 03,6(4d), [FeV] 03,2                                                    |
| 4 006,8              | 9         | E2              | 4 004,3              |                                                                                |
| 4 021,7              | 15        | E1              | 4 025,4              | { HeI 26,2(5)-26,4(1), [FeV] 26,6,                                             |
| 4 027,3              | 15        | E2              | 4 024,8              |                                                                                |
| 4 033,6              | 14        | E1              | 4 037,3              | NII 26,1(3n)                                                                   |
| 4 037,5              | 14        | E1              | 4 041,2              | NII 35,1(4n)                                                                   |
| 4 040,0              | 15        | E2              | 4 037,5              | NII 41,3(5n)                                                                   |
|                      |           | E1              | 4 043,7              | NII 35,1(4n)                                                                   |
| 4 042,4              | 13        | E1              | 4 046,1              | NII 43,5(3n)                                                                   |
| 4 044,6              | 15        | E2              | 4 042,1              | [FeIII] 46,4                                                                   |
| 4 048,5              | 12        | E2              | 4 046,0              | NII 41,3(5n)-43,5(3n)                                                          |
| 4 065,7              | 15        | E1              | 4 069,4              | [FeIII] 46,4                                                                   |
| 4 072,4              | 19        | E2              | 4 069,9              | { [SiI] 68,6, OII 69,6(4)-70,0(6)<br>CIII 67,9(9)-69,0(9)-70,3(10), [FeV] 71,5 |
|                      |           |                 |                      |                                                                                |

TABLEAU II (suite)

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ | COMPO-<br>SANTÉ | $\lambda$<br>CORRIGÉ | IDENTIFICATIONS                         |
|----------------------|-----------|-----------------|----------------------|-----------------------------------------|
| 4 078,5              | 17        | E1              | 4 076,1              | { [SII] 76,5, OII 75,9(10), [FeV] 77,5  |
| 4 093,5              | 76        | E2              | 4 076,0              |                                         |
| 4 098,5              | 92        | E1              | 4 097,2              | { NIII 97,3(10), [FeIII] 96,6           |
|                      |           | E2              | 4 096,0              |                                         |
|                      |           | E1              | 4 102,3              | { H $\delta$ 01,7, NIII 03,4(9)         |
| 4 104,3              | 87        | E2              | 4 101,8              |                                         |
|                      |           | E1              | 4 108,1              | { OII 04,7(5)-05,0(7)                   |
| 4 109,0              | 60        | E2              | 4 106,5              |                                         |
| 4 115,7              | 9         | E1              | 4 119,5              | { OII 19,2(8), OV 20-22-23-23,9(2)      |
| 4 123,7              | 14        | E2              | 4 121,2              |                                         |
| 4 129,7              | 5         | E1              | 4 133,5              | { OII 32,8(6), [FeII] 34,0              |
| 4 136,1              | 14        | E2              | 4 133,6              |                                         |
| 4 139,0              | 12        | E2              | 4 136,5              | [FeV] 36,4, OV 35,9                     |
|                      |           | E1              | 4 142,8              | { HeI 43,8(2), [FeV] 42,5, [FeIII] 44,3 |
| 4 145,5              | 12        | E2              | 4 142,9              |                                         |
| 4 151,8              | 13        | E1              | 4 155,6              | { CIII 56,5(4)                          |
| 4 158,5              | 14        | E2              | 4 155,9              |                                         |
|                      |           | E1              | 4 162,3              | CIII 62,8(5)                            |
| 4 172,8              | 7         | E1              | 4 176,6              | { [FeV] 75,2, [FeII] 77,2, NIV 74 ?     |
| 4 178,3              | 10        | E2              | 4 175,7              |                                         |
|                      |           | E1              | 4 182,1              | { [FeV] 81,3, OV 79                     |
| 4 183,0              | 7         | E2              | 4 180,4              |                                         |
|                      |           | E1              | 4 186,8              | { OII 85,5(8), CIII 87,1(10)            |
| 4 187,0              | 11        | E2              | 4 184,4              |                                         |
|                      |           | E1              | 4 190,8              | { OII 89,8(10)                          |
| 4 192,2              | 17        | E2              | 4 189,6              |                                         |
|                      |           | E1              | 4 196,0              | { NIII 95,7(5)                          |
| 4 199,1              | 18        | E2              | 4 196,5              |                                         |
| 4 202,3              | 16        | E2              | 4 199,7              | NIII 00,0(6), HeII 99,8                 |
|                      |           | E1              | 4 206,2              | { [MnV] 03,5 ?                          |
| 4 208,2              | 11        | E2              | 4 205,6              |                                         |
| 4 221,5              | 7         | E1              | 4 225,4              | { [FeV] 26,8                            |
| 4 228,1              | 10        | E2              | 4 225,5              |                                         |
|                      |           | E1              | 4 232,0              | { [FeV] 29,8, [FeII] 31,6               |
| 4 232,8              | 11        | E2              | 4 230,2              |                                         |
|                      |           | E1              | 4 236,7              | NII 36,9(5)-37,0(4)                     |
| 4 236,8              | 15        | E1              | 4 240,7              | NII 41,8(8)                             |
| 4 241,5              | 15        | E2              | 4 238,9              | NII 36,9(5)-37,0(4)-41,8(8)             |
|                      |           | E1              | 4 245,4              | { [FeII] 44,0(100)-44,8                 |
| 4 247,0              | 13        | E2              | 4 244,4              |                                         |
| 4 261,8              | 12        | E1              | 4 265,7              | CII 67,0(19)-67,3(10), [FeII] 66,3      |

TABLEAU II (*suite*)

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ | COMPO-<br>SANTÉ | $\lambda$<br>CORRIGÉ | IDENTIFICATIONS                                      |
|----------------------|-----------|-----------------|----------------------|------------------------------------------------------|
| 4 266,4              | 14        | E1              | 4 270,3              | [FeII] 68,7-70,6                                     |
| 4 268,5              | 15        | E2              | 4 265,9              | [FeII] 66,3                                          |
| 4 270,3              | 17        | E2              | 4 267,7              | CII 67,0(19)-67,3(20)                                |
| 4 272,7              | 12        | E1              | 4 276,6              | } [FeII] 76,8(56)                                    |
| 4 280,0              | 12        | E2              | 4 277,4              |                                                      |
| 4 291,7              | 13        | E2              | 4 289,1              | [FeII] 87,4(100),<br>NIII 88,7(1n)-90,6(1n)-90,8(3n) |
| 4 314,6              | 14        | E1              | 4 318,6              | OII 17,1(8)-19,6(9), [FeII] 19,6(35)                 |
| 4 317,5              | 14        | E1              | 4 321,5              | [FeI] 21,9                                           |
| 4 322,2              | 13        | E2              | 4 319,5              | [FeII] 19,6(35), OII 19,6(8)                         |
| 4 336,8              | 71        | E1              | 4 340,8              | } H $_{\gamma}$ 40,5                                 |
| 4 343,0              | 80        | E2              | 4 340,3              |                                                      |
| 4 359,2              | 161       | E1              | 4 363,2              | } [OIII] 63,2                                        |
| 4 365,7              | 168       | E2              | 4 363,0              |                                                      |
| 4 373,2              | 19        | E1              | 4 377,2              | } NIII 79,1(10d)                                     |
| 4 382,5              | 20        | E2              | 4 379,8              |                                                      |
|                      |           | E1              | 4 386,5              | HeI 87,9(3)                                          |
| 4 386,7              | 15        | E2              | 4 384,0              | [FeII] 84,2                                          |
| 4 412,3              | 17        | E1              | 4 416,3              | } OII 14,9(10)-17,0(8),                              |
| 4 418,2              | 14        | E2              | 4 415,5              |                                                      |
| 4 424,0              | 4         | E1              | 4 427,8              | [FeII] 13,8(60)-14,5-16,3                            |
| 4 428,4              | 12        | E1              | 4 432,5              | NII 27,2(2)-28,0(2)                                  |
| 4 439,1              | 15        | E1              | 4 443,2              | NII 32,8(6n)-33,5(2n), [FeII] 32,5                   |
| 4 444,6              | 16        | E2              | 4 441,9              | } OII 43,0(5), NII 42,0(3n)                          |
|                      |           | E1              | 4 448,7              |                                                      |
| 4 450,5              | 15        | E2              | 4 447,8              | CIV 40,0-41,2                                        |
| 4 467,3              | 17        | E1              | 4 471,4              | NII 47,0(10), OII 48,2(6)                            |
| 4 474,1              | 18        | E2              | 4 471,3              | NII 47,0(10), OII 48,2(6)                            |
| 4 492,1              | 17        | E2              | 4 489,3              | } HeI 71,5(6)-71,7(1)                                |
| 4 495,3              | 20        | E2              | 4 492,5              |                                                      |
| 4 507,0              | 26        | E1              | 4 511,1              | OII 89,5(2n), [FeII] 88,8                            |
| 4 511,1              | 33        | E1              | 4 515,2              | OII 91,3(3n), [FeII] 91,7-92,6                       |
| 4 515,5              | 35        | E2              | 4 512,7              | NIII 10,9(6), [FeII] 09,6                            |
|                      |           | E1              | 4 519,6              | NIII 14,9(7), [FeII] 14,9                            |
| 4 518,6              | 31        | E2              | 4 515,8              | NIII 10,9(6)                                         |
|                      |           | E1              | 4 522,7              | NIII 18,2(3)                                         |
| 4 523,2              | 29        | E1              | 4 527,4              | NIII 14,9(7), [FeII] 14,9                            |
| 4 526,4              | 22        | E2              | 4 523,6              | CIII 16,0(3)-16,9(4)                                 |
|                      |           | E1              | 4 530,6              | NIII 23,6(4), OV 22                                  |
| 4 535,1              | 18        | E2              | 4 532,3              | [FeII] 28,4, NIV 28 ?                                |
|                      |           |                 |                      | NIII 23,6(4), OV 22                                  |
|                      |           |                 |                      | } NII 30,4(5)-34,6(3), [FeII] 33,0                   |
|                      |           |                 |                      |                                                      |

TABLEAU II (suite)

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ | COMPO-<br>SANTÉ | $\lambda$<br>CORRIGÉ | IDENTIFICATIONS                               |
|----------------------|-----------|-----------------|----------------------|-----------------------------------------------|
| 4 539,1              | 17        | E2              | 4 536,3              | NII 35,4(5)                                   |
|                      |           | E1              | 4 543,3              | HeII 41,6                                     |
| 4 541,8              | 17        | E1              | 4 546,0              | NIII 46,4(3)                                  |
| 4 545,3              | 15        | E2              | 4 542,5              | HeII 41,6                                     |
| 4 551,1              | 10        | E2              | 4 548,3              | NIII 46,4(3)                                  |
| 4 563,4              | —         | E1              | 4 567,6              | } Intensité le 16 juin : 14                   |
| 4 570,9              | —         | E2              | 4 568,1              |                                               |
| 4 580,4              | 5         | E1              | 4 584,6              |                                               |
| 4 586,0              | —         | E2              | 4 583,2              |                                               |
| 4 597,5              | 44        | E1              | 4 601,7              | } NII 01,5(8)                                 |
| 4 603,4              | 52        | E2              | 4 600,6              |                                               |
|                      |           | E1              | 4 607,6              |                                               |
| 4 609,7              | 49        | E2              | 4 606,9              |                                               |
|                      |           | E1              | 4 613,9              | } NII 13,9(6)                                 |
| 4 629,9              | 40        | E1              | 4 634,1              |                                               |
| 4 632,3              | 45        | E2              | 4 629,4              |                                               |
| 4 636,2              | 78        | E2              | 4 633,3              |                                               |
|                      |           | E1              | 4 640,5              | } NIII 40,6(10)-41,9(7), OII 41,8(9)          |
| 4 643,4              | 80        | E2              | 4 640,5              |                                               |
|                      |           | E1              | 4 647,7              |                                               |
| 4 654,6              | 19        | E2              | 4 651,7              |                                               |
|                      |           | E1              | 4 658,9              | } CIII 47,4(10), OII 49,1(10), CIV 47         |
| 4 659,2              | 13        | E1              | 4 663,5              |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
| 4 678,4              | 54        | E2              | 4 675,5              | } CIII 50,2(19)-51,4(18), OII 50,8(6)         |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
| 4 682,6              | 61        | E1              | 4 686,9              | } [FeIII] 58,4, CIV 58,6-60                   |
| 4 689,1              | 61        | E2              | 4 686,2              |                                               |
| 4 692,4              | 43        | E2              | 4 689,5              |                                               |
|                      |           | E1              | 4 696,7              |                                               |
| 4 707,5              | 15        | E2              | 4 704,6              | } OII 61,6(9), [FeII] 65,0-65,7, CIII 65,9(6) |
|                      |           | E1              | 4 711,8              |                                               |
| 4 718,4              | 13        | E2              | 4 715,5              |                                               |
| 4 726,1              | 10        | E1              | 4 730,4              |                                               |
| 4 732,6              | 10        | E2              | 4 729,7              | } CIV 65                                      |
|                      |           | E1              | 4 736,9              |                                               |
| 4 739,4              | 5         | E2              | 4 736,5              |                                               |
|                      |           | E1              | 4 743,8              |                                               |
| 4 754,5              | 6         | E2              | 4 751,6              | } OII 73,8(4)-76,2(8), NII 77,9(3n),          |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      | } CIII 73,9(4)                                |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      | } HeII 85,7                                   |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      | } [FeII] 87,6                                 |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      | } OII 96,4(2), NII 94,6(3n)                   |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      | } OII 05,4(8), [FeIII] 01,5                   |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      | } HeI 13,1 (3)-13,4(1), OII 10,0(5),          |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      | } [FeII] 16,4                                 |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      | } [FeII] 28,1                                 |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      | } [FeIII] 33,9                                |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      | } [FeII] 45,5 (2)                             |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      | } OII 51,3(4)-52,7(2), [FeII] 50,6            |
|                      |           |                 |                      |                                               |
|                      |           |                 |                      | NV 51, OVI 51                                 |

TABLEAU II (*suite*)

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ | COMPO-<br>SANTÉ | $\lambda$<br>CORRIGÉ | IDENTIFICATIONS                                                 |
|----------------------|-----------|-----------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 4 778,6              | 8         | E1              | 4 783,0              | { OIV 83,4(4)                                                   |
| 4 786,0              | 11        | E2              | 4 783,0              |                                                                 |
| 4 794,7              | 10        | E1              | 4 790,4              | { NII 88,1(5), CIV 89                                           |
|                      |           | E2              | 4 791,7              |                                                                 |
|                      |           | E1              | 4 799,1              | [FeII] 98,3-99,5, [FeIII] 99,5, OIV 98,3                        |
| 4 798,1              | 13        | E1              | 4 802,5              | { NII 03,3(6), OIV 00,8                                         |
| 4 804,6              | 11        | E2              | 4 801,6              |                                                                 |
| 4 822,3              | 6         | E1              | 4 826,7              | { [FeIII] 24,1, OIV 23,9                                        |
| 4 828,8              | 7         | E2              | 4 825,8              |                                                                 |
| 4 857,3              | 99        | E1              | 4 861,7              | { H $\beta$ 61,3                                                |
| 4 864,1              | 101       | E2              | 4 861,1              |                                                                 |
| 4 885,8              | 4         | E1              | 4 890,3              | { OII 90,9(4), [FeII] 89,7                                      |
| 4 892,8              | 10        | E2              | 4 889,8              |                                                                 |
| 4 903,9              | 7         | E1              | 4 908,4              | { OII 06,9(5), [FeII] 05,4                                      |
| 4 909,0              | 7         | E2              | 4 906,0              |                                                                 |
| 4 918,1              | 13        | E1              | 4 922,6              | { HeI 21,9(4), [FeIII] 24,5                                     |
| 4 927,0              | 15        | E2              | 4 924,0              |                                                                 |
| 4 937,4              | 30        | E1              | 4 931,5              | { [Fe III] 30,5-36,4, NV 33                                     |
|                      |           | E2              | 4 934,3              |                                                                 |
|                      |           | E1              | 4 941,9              | [FeVII] 42,3, OII 41,1(5)-43,0(7)<br>OV 40, NV 45, [CaVII] 38,6 |
| 4 953,3              | 111       | E1              | 4 957,8              | { [OIII] 58,9                                                   |
| 4 961,3              | 105       | E2              | 4 958,2              |                                                                 |
| 5 001,9              | 266       | E1              | 5 006,5              | { [OIII] 06,8                                                   |
| 5 010,0              | 288       | E2              | 5 006,9              |                                                                 |
| 5 035,0              | 8         | E2              | 5 031,9              | [FeIII] 32,7                                                    |
| 5 047,5              | 10        | E2              | 5 044,4              | NII 45,1(8), [FeII] 43,5(24)                                    |
| 5 057,5              | 9         | E1              | 5 062,1              | [FeIII] 60,4-63,7                                               |
| 5 071,7              | 7         | E2              | 5 068,6              | NV 67                                                           |
|                      |           | E1              | 5 076,3              | [FeII] 76,6                                                     |
| 5 102,7              | 5         | E1              | 5 107,4              | { [FeII] 08,0                                                   |
| 5 110,5              | 6         | E2              | 5 107,3              |                                                                 |
| 5 145,5              | 7         | E1              | 5 150,2              | { [FeVI] 46,9, [FeIII] 51,9                                     |
| 5 152,2              | 6         | E2              | 5 149,0              |                                                                 |
| 5 156,9              | 6         | E1              | 5 161,6              | { [FeII] 58,0(48)-58,8(100)-63,9,                               |
| 5 165,7              | 10        | E2              | 5 162,5              |                                                                 |
| 5 171,8              | 11        | E1              | 5 176,5              | [FeVII] 58,3, OII 60,0(4)                                       |
| 5 179,0              | 11        | E2              | 5 175,8              | { [FeVI] 77,0, NII 75,9(3)                                      |
|                      |           | E1              | 5 183,7              |                                                                 |
| 5 187,2              | 8         | E2              | 5 184,0              | { [FeII] 82,0(2,8)-84,8                                         |
|                      |           | E1              | 5 184,0              |                                                                 |

TABLEAU II (*suite*)

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ | COMPO-<br>SANTÉ | $\lambda$<br>CORRIGÉ | IDENTIFICATIONS                                                  |
|----------------------|-----------|-----------------|----------------------|------------------------------------------------------------------|
| 5 217,3              | 5         | E1              | 5 222,1              | [FeII] 20,1                                                      |
| 5 253,3              | 6         | E1              | 5 258,1              | [FeII] 61,6(74)                                                  |
| 5 268,4              | 6         | E1              | 5 273,2              | [FeII] 73,4(100), [FeIII] 70,4, CHI 72,6,<br>NV 73, [FeVII] 76,1 |
| 5 276,6              | 10        | E2              | 5 273,3              |                                                                  |
| 5 284,8              | 14        | E1              | 5 281,4              | OVI 79, [FeII] 80,3-83,1                                         |
|                      |           | E2              | 5 281,5              |                                                                  |
|                      |           | E1              | 5 289,6              | OVI 89-91                                                        |
| 5 288,2              | 21        | E1              | 5 293,0              | OVI 92                                                           |
| 5 292,2              | 22        | E2              | 5 288,9              | OVI 89-91                                                        |
| 5 298,0              | 12        | E1              | 5 297,1              | [FeII] 95,7-96,8, OVI 98                                         |
|                      |           | E2              | 5 294,7              |                                                                  |
| 5 323,8              | 6         | E2              | 5 320,5              | NII 21,0(3)                                                      |
| 5 355,8              | 4         | E2              | 5 352,5              | NII 51,2(4), OV 52                                               |
|                      |           | E1              | 5 360,7              | [FeII] 62,0, OIV 62,4                                            |
|                      |           | E1              | 5 375,2              | [FeII] 76,4(45)                                                  |
| 5 407,9              | 9         | E1              | 5 412,9              | HeII 11,5, [FeII] 12,6-13,3<br>[FeIII] 12,0, OVI 10              |
| 5 413,2              | 9         | E2              | 5 409,9              |                                                                  |
| 5 463,1              | 6         | E2              | 5 459,7              | [CaVI] 60,0 ?                                                    |
| 5 468,1              | 5         | E1              | 5 473,1              | OV 73                                                            |
| 5 474,7              | 6         | E2              | 5 471,3              |                                                                  |
| 5 501,0              | 4         | E2              | 5 497,6              | NII 95,7(5)                                                      |
| 5 530,4              | 7         | E1              | 5 535,4              | NII 35,4(5)                                                      |
| 5 539,2              | 7         | E2              | 5 535,8              |                                                                  |
| 5 576,3              | 7         |                 | 5 577,2              | [OI] 77,4, OV 75                                                 |
| 5 588,6              | 5         | E1              | 5 593,6              | OIII 92,4(6)                                                     |
| 5 594,7              | 4         | E2              | 5 591,3              |                                                                  |
| 5 599,8              | 4         | E1              | 5 604,8              | OV 06-08                                                         |
| 5 609,9              | 7         | E2              | 5 606,4              |                                                                  |
| 5 620,3              | 7         | E1              | 5 614,9              | [CaVII] 15,8                                                     |
|                      |           | E2              | 5 616,8              |                                                                  |
| 5 668,2              | 14        |                 | 5 669,1              | NII 66,6(8)                                                      |
| 5 676,7              | 16        |                 | 5 677,6              | [FeVI] 78,0, NII 76,0(6)-79,6(10)                                |
| 5 712,3              | 5         |                 | 5 713,2              | NII 10,8(6)                                                      |
| 5 720,2              | 6         |                 | 5 721,1              | [FeVII] 20,9, [FeII] 21,4                                        |
| 5 754,1              | 27        |                 | 5 755,0              | [NII] 55,0                                                       |
| 5 801,1              | 8         |                 | 5 802,0              | CIV 01,5(4)                                                      |
| 5 811,8              | 8         |                 | 5 812,7              | CIV 12,1(3)                                                      |
| 5 874,6              | 18        |                 | 5 875,5              | HeI 75,6(10)                                                     |
| 5 936,9              | 7         |                 | 5 937,8              | NII 31,8(7)-40,3(2)-41,7(8), [MnVI] 33,4 ?                       |
| 5 978,0              | 5         |                 | 5 978,9              |                                                                  |
| 5 986,0              | 4         |                 | 5 986,9              |                                                                  |

TABLEAU II (*suite*)

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ | COMPO-<br>SANTÉ | $\lambda$<br>CORRIGÉ | IDENTIFICATIONS               |
|----------------------|-----------|-----------------|----------------------|-------------------------------|
| 6 000,1              | 4         |                 | 6 001,0              |                               |
| 6 010,0              | 3         |                 | 6 010,9              |                               |
| 6 037,7              | 3         |                 | 6 038,6              | HeII 36,7                     |
| 6 045,6              | 4         |                 | 6 046,5              |                               |
| 6 085,4              | 9         |                 | 6 086,3              | [FeVII] 85,5                  |
| 6 116,6              | 3         |                 | 6 117,5              | HeII 18,2                     |
| 6 159,5              | 5         |                 | 6 160,4              | [MnV] 59,3                    |
| 6 169,6              | 6         |                 | 6 170,5              | HeII 70,6, NII 67,8(4)        |
| 6 198,6              | 9         |                 | 6 199,5              |                               |
| 6 235,6              | 4         |                 | 6 236,5              | HeII 33,8                     |
| 6 242,3              | 3         |                 | 6 243,2              | NII 42,5(5)                   |
| 6 295,1              | 6         | E1              | 6 300,9              | } [OI] 00,2                   |
| 6 303,9              | 7         | E2              | 6 300,0              |                               |
| 6 340,0              | 2         |                 | 6 340,9              | NII 40,7(4), [FeII] 40,4-39,7 |
| 6 353,5              | 4         |                 | 6 354,4              | NII 57,0(3), [MnV] 46,2       |
| 6 362,8              | 7         |                 | 6 363,7              | [OI] 63,9                     |
| 6 374,9              | 7         |                 | 6 375,8              | [FeX] 74,5                    |
| 6 403,2              | 3         |                 | 6 404,1              | HeII 06,3                     |
| 6 444,9              | 2         |                 | 6 445,8              | NIII 45,0(2)                  |
| 6 452,3              | 3         |                 | 6 453,2              | NIII 50,8(2)-54,0(3)          |
| 6 460,4              | 7         |                 | 6 461,3              | NIII 63,0(2)                  |
| 6 469,1              | 8         |                 | 6 470,0              | NIII 66,9(4)                  |
| 6 476,5              | 8         |                 | 6 477,4              | NIII 78,7(2)                  |
| 6 483,7              | 7         |                 | 6 484,6              | NII 82,1(8)                   |
| 6 561,2              | 141       |                 | 6 562,1              | H $_{\alpha}$ 62,8            |

On trouve, ci-après, la liste des éléments identifiés avec les principales raies observées pour chacun d'eux.

*Raies permises.*

H I (13,5 eV). — Les raies de BALMER de  $H_{\epsilon}$  à  $H_{\alpha}$  sont très brillantes. Leurs intensités relatives varient beaucoup moins que les intensités théoriques données par MENZEL [3] pour la température électronique 7 800° K trouvée pour Nova Serpentis (page 20). Si l'on porte sur un graphique — figure 2 — en abscisses les intensités théoriques et en ordonnées les intensités mesurées, pour les raies de BALMER de  $H_{\epsilon}$  à  $H_{\alpha}$ , les points se placent bien sur une courbe extrêmement différente d'une droite à 45°. Seul  $H_{\delta}$  est aberrant en raison de la superposition des fortes raies 4 097 et 4 103 Å de NIII.

He I (24,48 eV). — Les raies de He I sont intenses, surtout, naturellement,

5 876 et 4 472 Å. Les autres raies sont blend, 3 820 Å avec [FeV], 3 838 et 4 026 Å avec NII et [FeV], 4 121 Å avec OII, 4 144 Å avec [FeII] et [FeIII], 4 713 Å avec OII et [FeII].

HeII (54,17 eV). — La raie 4 686 Å est très forte ; les autres raies sont d'intensité moyenne ou faible. On peut citer : 3 924 Å blend avec [FeV], 4 200 Å avec NIII, 4 542 Å, 5 412 Å blend avec [FeII], [FeIII] et OVI, 6 037 Å, 6 118 Å, 6 171 Å blend avec NII, 6 234 Å, 6 406 Å.

NII (29,49 eV). — NII présente de très nombreuses raies assez brillantes. Les plus caractéristiques sont : 3 995 Å, 4 041 Å, 4 447 Å, 4 530 Å ; les raies 4 601-4 607 Å rendues très intenses par la superposition de NV 4603 Å ; 5 045 Å, 5 496 Å, 5 535 Å, le groupe 5 676-5 680 Å blend avec la forte raie 5 678 Å de [FeVI], 5 711 Å, le groupe 5 932-40-42 Å qui donne une raie importante à 5 938 Å, 6 482 Å.

NIII (47,24 eV). — Toutes les raies de NIII, sauf quelques-unes des plus faibles au laboratoire, sont observées. Pourtant les raies 4 641, 4 634 et 4 097 Å sont extrêmement intenses conformément à la sélection expliquée par BOWEN [4] comme un mécanisme de fluorescence et observée dans plusieurs novae au stade nébulaire, notamment Nova Herculis 1934 [5] et Nova T Coronae Borealis 1946 [6], ainsi que dans la plupart des nébuleuses gazeuses. Le groupe 4 511-4 515-4 518-4 524 Å est fort ; le groupe 6 445-6 451-6 463-6 467-6 479 Å donne des raies moins intenses, mais très apparentes, dans une région de très forte sensibilité des plaques. On peut encore citer 4 196 Å et 4 379 Å.

NIV (77,09 eV). — Malgré quelques coïncidences avec des raies observées — toutes identifiables à d'autres éléments — la présence de NIV n'est pas caractérisée. B. EDLÉN [7] signale trois raies dans les étoiles Wolf-Rayet à 4 057,8, 4 733 et 4 752 Å. 4 058 Å n'est pas visible dans Nova Serpentis ; une raie faible à 4 730 Å appartient plutôt à [FeII] 4 728 Å, et une autre à 4 752 Å provient probablement de OII 4 751-4 753 Å.

NV (97,47 eV). — La raie 4 603 Å est très intense. Elle a déjà été observée dans Nova Aquilae par LUNDT [8] et par WYSE [9], dans Nova Herculis 1934 par J. DUFAY et M. BLOCH [10], dans Nova Puppis 1942 par H. F. WEAVER [11] et par R. F. SANFORD [12]. Dans ces étoiles, la raie 4 603 Å se montrait d'une grande

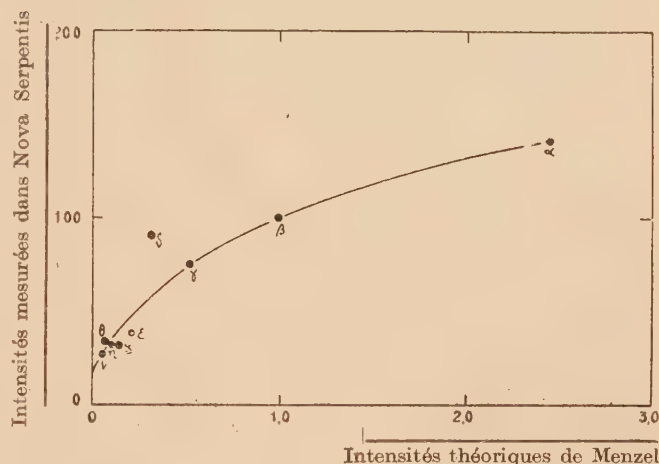


FIG. 2. — Intensités relatives des raies de BALMER. Comparaison des intensités mesurées dans Nova Serpentis et des intensités théoriques données par MENZEL.



CII (24,28 eV). — CII est seulement représenté par le doublet 4 267 Å, et, sans doute, par le groupe 3 919-3 921 Å s'ajoutant aux raies 3 919 Å de NII et de OII.

CIII (47,67 eV). — Le principal multiplet 4 647-4 650-4 651 Å est bien visible, ainsi que les raies 4 156 et 4 163 Å. Le triplet 4 068-4 069-4 070 Å est blend avec [SII]. Mais on n'observe pas la raie 5 696 Å.

CIV (64,22 eV). — CIV est caractérisé par le doublet 5 801-5 812 Å. 3 936 Å est blend avec NIII, 4 442 Å avec NII et OII, 4 647 Å avec OII et CIII, 4 659-4 660 Å avec [FeIII], 4 665 Å avec OII et [FeII], 4 789 Å avec NII.

### *Raies interdites.*

[OIII] (54,71 eV). — Les trois raies de [OIII] sont extrêmement brillantes, 5 007 Å est la raie la plus intense de tout le spectre.

[OI] (13,56 eV). — Les raies de [OI] sont toutes trois d'intensité assez faible, (6). Mais les raies nébulaires sont très visibles parce qu'elles sont situées dans une région de sensibilité maximum des plaques. La présence de la raie 6 374 Å de [FeX], très près de 6 364 Å, les deux raies se recouvrant partiellement, rend l'intensité de cette dernière à peu près égale à celle de 6 300 Å, c'est-à-dire anormalement grande.

[NII] (29,49 eV). — La raie aurorale 5 755 Å est intense. Les deux raies nébulaires ne peuvent être séparées de  $H_{\alpha}$ .

[SII] (23,3 eV). — Le doublet 4 069-4 076 Å est bien nettement présent, quoique blend avec OII. La composante de grande longueur d'onde de 4 069 Å se superpose à la composante violette de 4 076 Å.

[NeIII] (63,3 eV). — Le doublet 3 869-3 968 Å est très fort. Les composantes de 3 968 Å sont à peu près de même intensité que celles de  $H_{\epsilon}$  dans lesquelles elles s'intercalent.

[FeII] (16,16 eV). — De très nombreuses raies de [FeII] apparaissent. Les plus caractéristiques sont : 3 949 Å, 4 244 Å, 4 277 Å, 5 108 Å, 5 220 Å. Les autres sont blend. Il faut pourtant signaler l'absence de 4 815 Å qui est souvent l'une des plus fortes raies de [FeII].

[FeIII] (30,48 eV). — La présence de [FeIII] est sûre, mais ses raies sont faibles.

Le multiplet le plus important est  $a^5D - a^3F$  avec la principale raie 4 658,4 Å; elle est bien observée, blend avec CIV 4 658,6-4 660 Å. Une raie assez forte à 4 704,6 Å provient sans doute de la superposition de 4 701,5 Å de [FeIII] et 4 705,4 Å de OII; la raie 4 607,0 Å est noyée dans NV 4 603 Å et la raie 4 667,0 Å est blend avec OII, CIII et CIV.

Pour le multiplet  $a^5D - a^3P$ , la plus forte transition, 5 270,4 Å est visible, blend avec CIII, NV, [FeII] et [FeVIII]; la raie 5 151,9 Å superposée à 5 146,9 Å

de [FeVI] donne une raie observée à 5 149,6 Å. Une raie visible à 5 062,1 Å correspond bien à la raie 5 060,4 Å de ce multiplet juxtaposée à 5 063,7 Å du multiplet  $a^5D - a^3H$  et n'a pas d'autre explication ; la raie 5 032,7 Å de ce dernier multiplet est aussi observée à 5 031,9 Å.

Enfin, du multiplet  $a^5D - a^3G$ , on ne note, comme dans Nova Herculis [13] que la raie 4 046,4 Å.

[FeV] ( ? eV). — Beaucoup de raies de [FeV] se superposent à celles d'autres éléments. Pourtant son identification est certaine.

Multiplet  $d^5D - d^3P$ .

4 229,8 Å donne, avec [FeII] 4 231,6 Å, une raie observée à 4 231 Å,

4 181,4 Å est visible à 4 181 Å, blend avec OV,

• 4 136,7 Å est observé à 4 136 Å, blend avec OV,

4 071,5 Å est blend avec [SII],

4 026,6 Å est blend avec HeI, 4 026,2 Å,

4 003,2 Å est blend avec NIII 4 003,6 Å ;

3 970,1 Å est blend avec  $H_\epsilon$ .

Multiplet  $d^5D - d^3F$ .

Les deux plus fortes raies (observées par SWINGS et STRUVE dans AX Persei), 3 895,7 et 3 891,8 Å sont visibles.

La raie 3 838,1 Å est blend avec HeI 3 838,1 Å et 3 798,2 Å est blend avec  $H_0$ .

Multiplet  $d^5D - d^3H$ .

On observe 4 226,8 Å. Les autres raies sont blend : 4 175,2 Å avec [FeII] et NIV, 4 142,5 et 4 123,9 Å avec HeI, 4 093,9 Å avec NIII, 4 177,5 Å avec [SII].

Multiplet  $d^5D - d^3F$ .

La raie 3 891,8 Å est présente, 3 782,9 Å aussi, 3 923,5 Å est blend avec HeII, 3 850,8 Å avec [FeVI], 3 838,9 et 3 820,2 Å avec HeI, 3 794,6 Å avec  $H_0$ .

[FeVI] ( ? eV).

Multiplet  $d^4F - d^4P$ .

La raie 5 678,0 Å est visible et assez forte, avec une superposition de NII 5 676,0-5 679,6 Å. Les deux autres raies de même niveau initial, 5 428,6 et 5 236,6 Å ne sont pas observées ce qui s'explique puisque leur probabilité de transition est beaucoup moindre [14]. On trouve une raie à 5 281 Å identifiée à [FeII] 5 280,3-5 283,1 Å et OVI 5 279 Å et qui pourrait correspondre aussi à 5 279,2 Å,  $^4F_{1/2} - ^4P_{1/2}$  de [FeVI], pourtant ceci n'est pas probable puisque les deux autres raies de même niveau initial, 5 425,3 et 5 631,6 Å ont une plus grande probabilité de transition et sont absentes.

Multiplet  $d^4F - d^2G$ .

La raie 5 177,0 Å,  $^4F_{4/2} - ^2G_{4/2}$  est assez intense. Les deux autres raies de même niveau initial ont des probabilités de transition bien moins fortes, surtout

4 807,5 Å qui n'est pas observée ; 4 968,8 Å est trop proche de la large raie 4 959 Å de [OIII] pour être vue.

La raie 5 146,8 Å  $^4F_{3/2} - ^2G_{3/2}$  donne, avec [FeIII] 5 151,9 Å, une raie à 5 149,6 Å. La raie 4 974,0 Å est placée entre les deux larges raies de [OIII] et ne peut être observée ; 5 370,5 Å est absente, mais elle a une très faible probabilité de transition.

Multiplet  $d^4F-d^2P$ .

La raie 3 890,9 Å est blend avec  $H\epsilon$  ; la présence de 3 815,1 Å est possible, mais la raie observée peut aussi n'être due qu'à une coïncidence avec la composante de grande longueur d'onde de OIII 3 811,0 Å, OVI 3 811,4 Å et de HeII 3 813,5 Å et la composante violette de HeI 3 819,6 Å ; la raie 3 995,8 Å est blend avec NII 3 995,0 Å ; 3 849,1 Å est blend avec 3 850,8 Å de [FeV].

[FeVII] (? eV).

Multiplet  $d^3F - d^1D$ .

La raie 6 085,5 Å est très visible dans la région de forte sensibilité des plaques. La raie observée ne peut pas être attribuée à [CaV] 6 085,9 Å puisque la raie 5 308,9 Å du même multiplet et de beaucoup plus grande probabilité de transition est absente. On observe aussi la raie 5 720,9 Å.

Multiplet  $d^3F - d^3P$ .

La présence de ce multiplet est beaucoup moins bien caractérisée que celle du précédent.

La raie 4 989,4 Å ne peut être visible en raison de la largeur des deux raies de [OIII] qui l'entourent ; 5 276,1 Å pourrait contribuer à une raie observée à 5 273 Å, attribuée aussi à CIII 5 272,6 Å, NV 5 273 Å et [FeIII] 5 270,4 Å ; la raie 4 942,3 Å serait blend avec 4 943,0 et 4 941,5 Å de OII ; 5 158,3 Å serait blend avec [FeII] 5 158,8 Å ; 4 699,0 Å est absente mais sa probabilité de transition est très faible.

[FeX] (261 eV). — La raie 6 374,5 Å, signalée par WELLMANN [15] est visible et recouvre partiellement la raie 6 364 Å de [OI].

[FeXI] (289 eV). — Une raie d'intensité moyenne à 3 985 Å est sans doute due à 3 986 Å de [FeXI]. Elle a déjà été observée par JOY et SWINGS dans RS Ophiuchi [12].

[CaVI] (? eV). — On note une faible raie à 5 459,7 Å qui est peut-être la raie 5 460,0 Å,  $p^2D^0_{11/2} - p^2P^0_{11/2}$  qui a la plus grande probabilité de transition de [CaVI].

[CaVII] (? eV). — Une raie à 5 616 Å correspond exactement à la plus forte raie du doublet de [CaVII] 5 615,8 Å. L'autre raie, 4 938,6 Å pourrait être blend avec [FeVII] 4 942,3 Å, OII 4 943,0 Å et 4 941,1 Å dans une raie observée à 4 942 Å.

[MnV] (75,7 eV). — On trouve une raie à 6 160 Å qui coïncide avec 6 159,3 Å

$^4F_{2\ 1/2} \rightarrow ^4P_{1\ 1/2}$  de [MnV]; la raie 6 346,2 Å  $^4F_{3\ 1/2} \rightarrow ^4P_{1\ 1/2}$  qui a à peu près la même probabilité contribuerait avec 6 357,0 Å de NII à donner une raie observée à 6 354 Å. On peut encore attribuer à cet élément une raie visible à 4 206 Å qui serait  $^4F_{3\ 1/2} \rightarrow ^2D_{2\ 1/2}$ , 4 203,5 Å qui a la plus forte probabilité de transition de ce multiplet.

[MnVI] (? eV). — P. WELLMANN [15] identifie une raie à 5 933 Å avec la raie 5 933,4 Å  $d^3F_3 \rightarrow d^1D_2$  de [MnVI]. Nos mesures donnent 5 937,8 Å que j'identifie aussi avec les raies de NII 5 931,8-5 940,3-5 941,7 Å. D'autre part, R. F. SANFORD [12], dans Nova Puppis 1942 trouve une raie à 5 942 Å, et l'attribue à [MnVI] et à [CrIII] 5 945,1 Å.

### *Raies non-identifiées.*

Quelques raies dans les grandes longueurs d'onde n'ont pas été identifiées. Ce sont :

5 979 Å(5), 5 987 Å(4), 6 001 Å(4), 6 011 Å(3), 6 046 Å(4), 6 200 Å(9).

La raie 6 200 Å a aussi été signalée par P. WELLMANN. Elle a déjà été observée, sans identification, par F. R. SANFORD, dans Nova Puppis 1942.

Les deux raies 6 001 et 6 011 Å ont été trouvées à  $6\ 001 \pm$  et  $6\ 009 \pm$  Å dans Nova Aquilae par WYSE [9] et dans Nova Puppis par H. F. WEAVER [11]. Dans cette dernière étoile, R. F. SANFORD observe une raie à 6 004 Å.

### *Observation du 16 juin.*

Le spectre obtenu le 16 juin diffère des autres par la présence d'un groupe de raies intenses entre 4 560 et 4 590 Å qui prolonge vers le violet la raie très forte de NV 4 603 Å, tandis que sur tous les autres spectres cette raie se termine nettement. Ceci apparaît très visiblement sur la Planche I. Il est vrai que ce spectre est beaucoup plus dense que ceux qui le précèdent ou le suivent immédiatement et montre par conséquent plus de raies. Il est très comparable, comme intensité, à celui du 13 juillet et l'on voit très bien la particularité de celui du 16 juin. La figure 4 montre les enregistrements de ces deux spectres dans cette région spectrale.

Les mesures au comparateur analysent ce groupe comme suit :

4 563,4 Å(14), 4 570,9 Å(25), 4 580,4 Å(29), 4 586,0 Å(37). La raie 4 580,4 Å apparaît aussi, faible (intensité 5) sur d'autres clichés.

On peut grouper les deux premières et les deux dernières longueurs d'onde en composantes E1 et E2 d'une raie :

|              |    |         |   |
|--------------|----|---------|---|
| 4 563,4 (14) | E1 | 4 567,6 | } |
| 4 570,9 (25) | E2 | 4 568,1 |   |
| 4 580,4 (29) | E1 | 4 584,6 |   |
| 4 586,0 (37) | E2 | 4 583,2 |   |

Je n'ai pas trouvé d'identification vraisemblable à ces longueurs d'onde.

Dans les nébuleuses gazeuses, A. B. WYSE [16] observe des raies à 4 563, 4 571,2, 4 579, 4 584 Å, toutes non-identifiées, sauf peut-être 4 571,2 Å à 4 571,1 MgI ? ou 4 573,9 [FeIII] ?

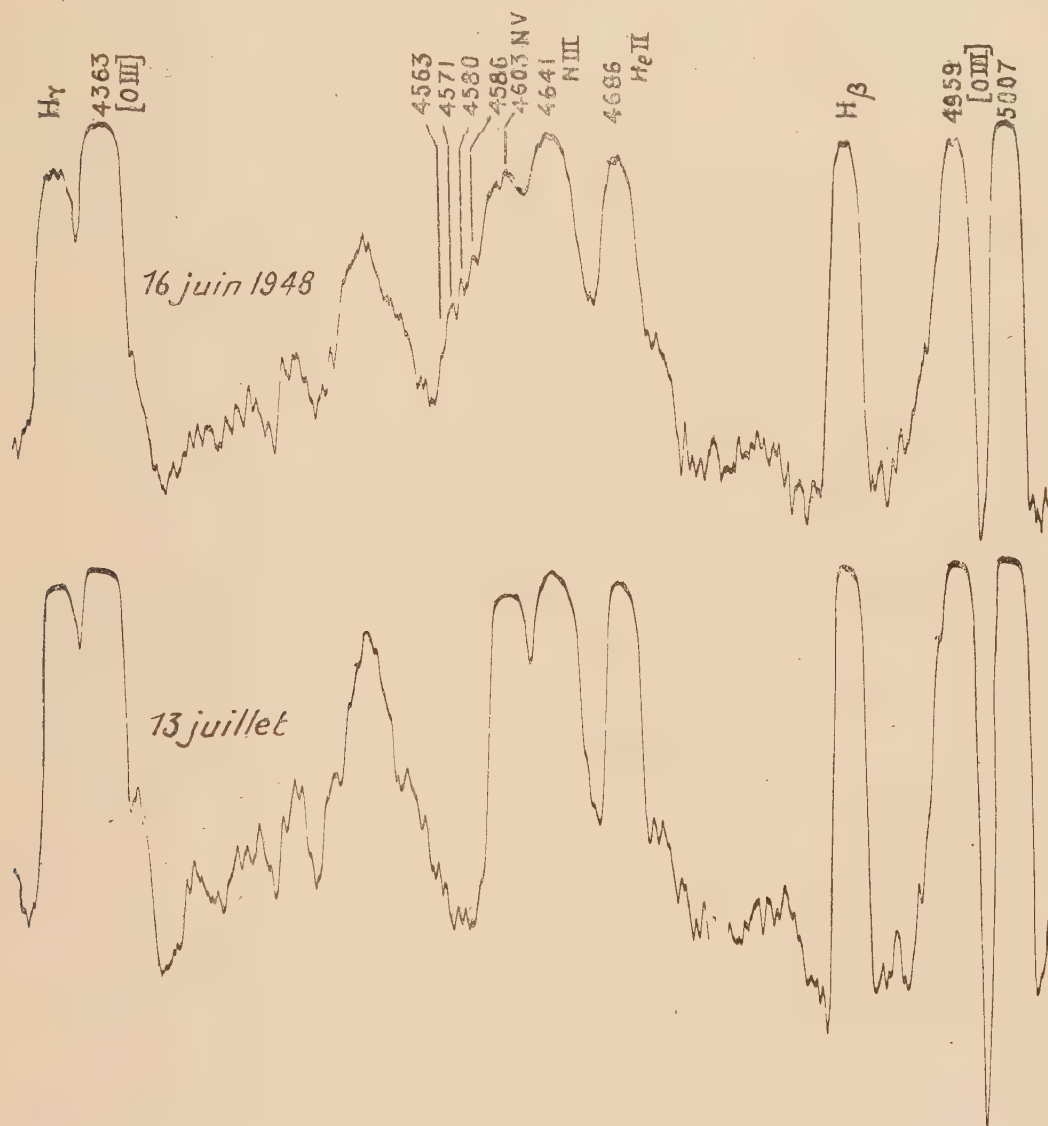


FIG. 4. — Enregistrements du spectre de Nova Serpentis le 16 juin et le 13 juillet 1948.

Le milieu de ce groupe se trouve à 4 575 Å qui correspond à 4 575,5 Å de [CaI], mais les deux raies 4 912,8 et 4 916,2 Å n'apparaissent pas et il serait d'ailleurs peu probable d'observer un élément de si faible excitation : 6,09 eV. Il y a encore, à cette longueur d'onde, le groupe de raies de [CrI] 4 573,9-4 575,8-4 577,3 Å, mais cette identification est aussi peu justifiée que la précédente.

De toute façon, la présence si fugitive d'un groupe aussi important de raies est un phénomène très curieux.

## 4. STADE D'ÉVOLUTION DE NOVA SERPENTIS.

Au temps de nos observations, Nova Serpentis est au stade nébulaire. Son spectre présente des degrés d'ionisation très différents et les plus fortes excitations sont prédominantes.

L'intensité de la raie 4 959 Å de [OIII] est à peine supérieure à celle de  $H_{\beta}$ . En se reportant à l'article de D. Mc LAUGHLIN [17], on peut en déduire que, si l'étoile a suivi l'évolution normale des novae, elle se trouve à environ 5,9 magnitudes après le maximum d'éclat. D'après les observations de W. LOHMANN et celles de l'A.A.V.S.O., on a une magnitude moyenne de 9,7 pour l'étoile en juin-juillet 1948. Le maximum de lumière aurait donc été de magnitude 3,8.

## 5. TEMPÉRATURE ÉLECTRONIQUE.

D. BARBIER [18] <sup>(1)</sup> a indiqué une méthode très simple pour calculer la température électronique d'une Nova au moyen des intensités de ses raies interdites.

Pour les raies interdites de l'oxygène, [OI] et [OIII], il appelle :

Niveau 1 le niveau  $^3P$

niveau 2 le niveau  $^1D$

niveau 3 le niveau  $^1S$

et, pour l'époque où « le rapport des intensités des raies nébulaires à l'intensité de la raie aurorale reste constant malgré l'expansion de l'enveloppe, c'est-à-dire lorsque la densité électronique est assez grande pour que le peuplement des niveaux soit conditionné uniquement par les chocs électroniques », il arrive à l'expression :

$$\frac{I_{21}}{I_{31}} = \frac{\nu_{21}}{\nu_{31}} \frac{p_{21}}{p_{32}} \frac{\bar{\omega}_2}{\bar{\omega}_3} e^{\frac{h \cdot \nu_{32}}{kT}}$$

où  $I_{ij}$  est l'intensité de la raie de transition du niveau  $j$  au niveau  $i$ ,

$$\nu_{ij} = 1/\lambda_{ij}$$

$p_{ij}$  est la probabilité de transition spontanée de l'état  $i$  à l'état  $j$ ,

$\bar{\omega}_i$  et  $\bar{\omega}_j$  sont les poids statistiques des deux états.

Les intensités mesurées pour les raies de [OIII] donnent un rapport

$$\frac{I(5007 + 4959)}{I 4363} = 2,34,$$

qui conduit au résultat :

$$\frac{c_2}{T} = 1,84 \quad T = 7.780^\circ \text{ K}$$

Cette valeur de  $\frac{c_2}{T}$  est un peu inférieure à celles trouvées pour Nova Herculis 1934 du 23 mai au 26 juin 1935 (2,00) et pour Nova Lacertae 1936 du 5 août au 11 septembre 1936 (1,91) ce qui est vraisemblable en raison des très fortes ionisations trouvées dans Nova Serpentis.

<sup>(1)</sup> Suivant une idée émise par D. POPPER. *PASP*, 53, 1941, p. 252.

## CHAPITRE II

## Le spectre de Nova Cygni 1948

## 6. OBSERVATIONS.

Nova Cygni a été découverte par WHITNEY à l'Observatoire d'Oklahoma, le 2 juin 1948, et annoncée de 10<sup>e</sup> magnitude [19].

Nous avons entrepris l'étude de son spectre, à l'Observatoire de Haute-Provence, dès le 4 juin, au moyen du même spectrographe qui a été utilisé pour Nova Serpentis et dont les caractéristiques ont été données au sujet de cette étoile.

Nous avons obtenu des spectrogrammes de façon suivie jusqu'au 25 août. Au début de septembre, sa chute de lumière s'est accentuée brusquement, et elle n'était plus accessible à notre instrument.

Je trouve peu de renseignements sur sa variation lumineuse. H. O. GRÖNSTRAND, à Saltsjöbaden, l'estime de magnitude visuelle 9 le 5 juin [20], V. McK. NAIL à Harvard, de magnitude 8,6 le 5 juin [21] et Miss A. B. UNDERHILL de magnitude 11 ou 11,5 le 12 juin [22].

Nos clichés ont été faits sur plaques Kodak 103aC. Ils permettent l'étude du spectre de  $H_{\gamma}$  à  $H_{\alpha}$ .

La manière d'opérer pour la prise des clichés, leur étalonnage et leur mesure est la même que pour Nova Serpentis.

Le Tableau III donne les dates des observations et les durées des temps de pose.

Au début des observations, la Nova se trouvait au stade « d'émission principale », puis elle évolue et présente le système « diffus-renforcé ». La spectre continu est faible.

TABLEAU III

|      |         |          |      |            |          |
|------|---------|----------|------|------------|----------|
| 1948 | 4 juin  | 1 h      | 1948 | 26 juin    | 2 h 30 m |
|      | 4 juin  | 22 m     |      | 28 juin    | 3 h      |
|      | 4 juin  | 1 h 35 m |      | 1 juillet  | 4 h 30 m |
|      | 5 juin  | 1 h 34 m |      | 3 juillet  | 4 h 30 m |
|      | 5 juin  | 20 m     |      | 7 juillet  | 4 h 30 m |
|      | 6 juin  | 1 h 30 m |      | 12 juillet | 4 h 15 m |
|      | 8 juin  | 2 h 30 m |      | 16 juillet | 3 h 20 m |
|      | 16 juin | 2 h 15 m |      | 19 juillet | 4 h 30 m |
|      | 18 juin | 1 h 15 m |      | 2 août     | 40 m     |
|      | 21 juin | 1 h 35 m |      | 10 août    | 3 h 10 m |
|      | 23 juin | 1 h 30 m |      | 25 août    | 3 h      |
|      | 24 juin | 2 h 5 m  |      |            |          |

## 7. STRUCTURE DES RAIES.

La structure des raies est très complexe. Celle des raies de l'hydrogène et de H et K du calcium peut se résumer de la façon suivante :

A1 — Une très forte absorption, large, dont le déplacement vers les petites longueurs d'onde correspond à une vitesse radiale de  $-1\,240$  km/sec ;

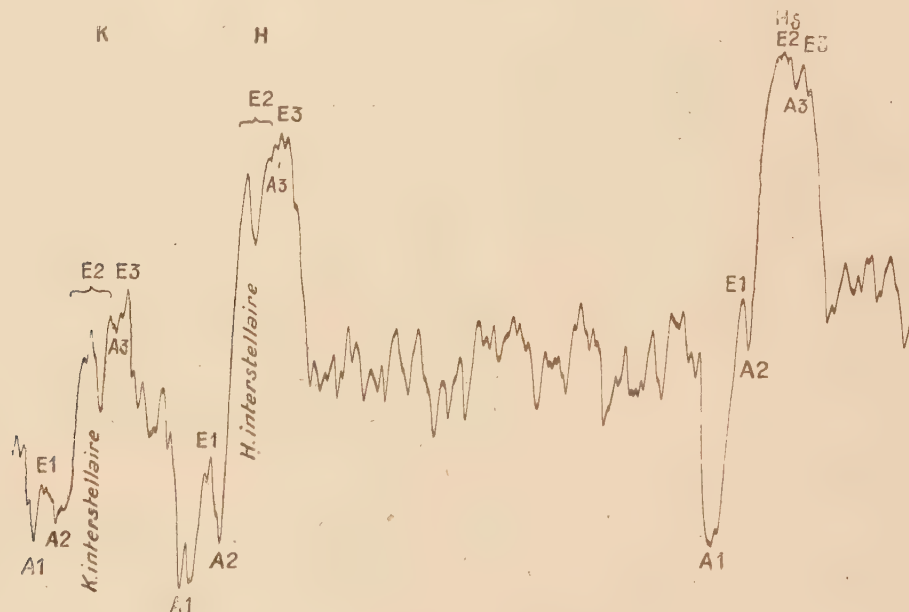


FIG. 5. — Structure des raies H et K du calcium et de  $H_{\delta}$ .

E1 — une émission fine, déplacée vers le violet de  $-800$  km/sec. Elle n'est visible que dans les courtes longueurs d'onde jusqu'à  $H_{\gamma}$  ;

A2 — une absorption étroite, beaucoup moins forte que A1, déplacée de  $-620$  km/sec, visible aussi jusqu'à  $H_{\gamma}$  ;

E2 — une émission très forte et très large, qui présente peut-être elle-même des subdivisions, et dont le centre est légèrement déplacé vers le violet de  $-60$  km/sec. Dans les raies H et K du calcium, cette émission est partagée par la raie d'absorption interstellaire, profonde et fine ;

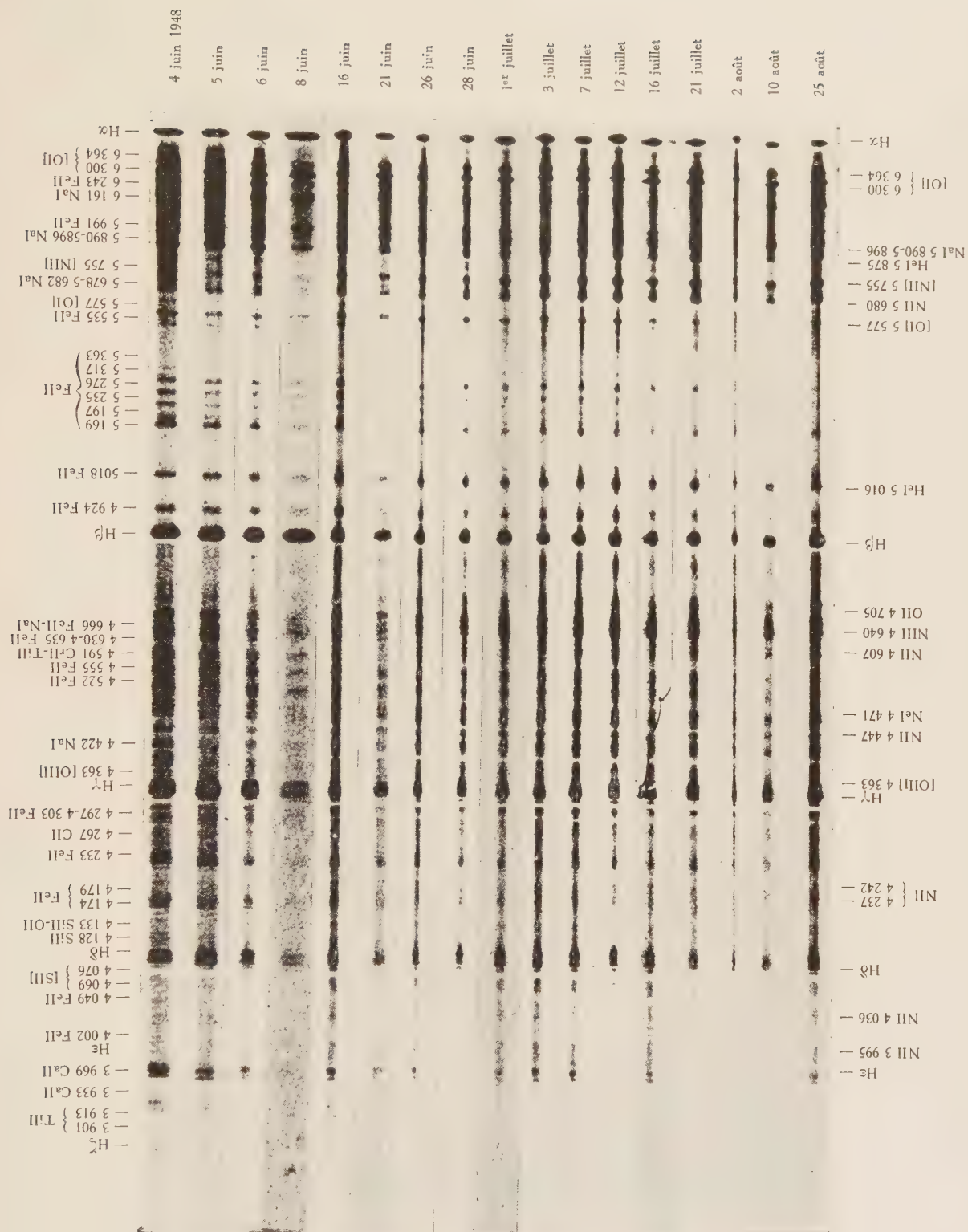
A3 — une absorption déplacée vers les grandes longueurs d'onde de  $+230$  km/sec. Elle est assez forte au mois de juin, puis diminue et s'efface. Elle est toujours très faible dans CaII.

E3 — une émission un peu moins intense que E2 au début de nos observations, un peu plus forte qu'elle à la fin, déplacée vers le rouge de  $+420$  km/sec.

La figure 5 montre la structure des raies H et K du calcium et de  $H_{\delta}$  sur un enregistrement microphotométrique d'un cliché du 4 juin.

Pour les éléments autres que l'hydrogène ou le calcium, on n'observe que l'ab-

PLANCHE II. — Nova Cygni 1948.





sorption A1, l'émission E2, et, quelquefois, l'émission E3 beaucoup moins importante que E2.

Les déplacements des différentes composantes des raies ne varient pas de façon sensible au cours des observations. Ils restent constants pour les raies de BALMER. Les vitesses radiales présentées par les raies de NII, OII ou HeI qui apparaissent progressivement, sont les mêmes que celles des raies de FeII ou TiII prépondérantes au début.

Les vitesses radiales correspondant aux déplacements des composantes des principales raies exemptes de blend sont portées sur la figure 6.

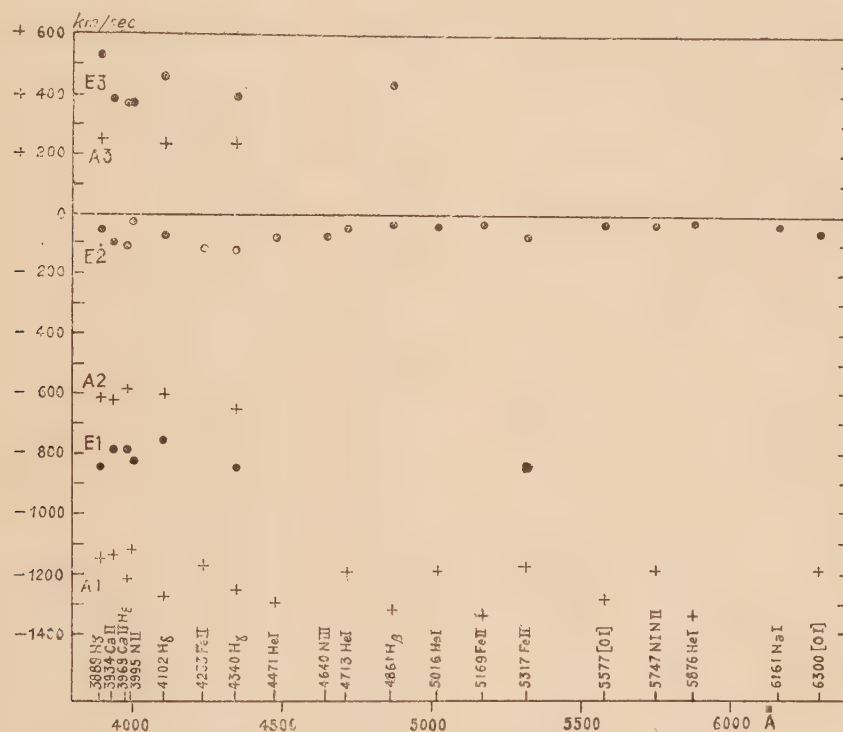


FIG. 6. — Déplacements en km/sec des composantes des raies spectrales de Nova Cygni 1948 (• émissions, + absorptions).

## 8. DESCRIPTION DU SPECTRE.

Le tableau IV, disposé comme le Tableau II, donne la liste des raies observées. Je n'ai pas retenu les plus faibles, ni celles qui n'étaient visibles que sur un cliché.

Les intensités moyennes données dans les colonnes *a*, *b* et *c* se rapportent respectivement aux périodes suivantes :

- a) du 4 juin au 18 juin 1948,
- b) du 21 juin au 19 juillet,
- c) du 21 juillet au 25 août.

TABLEAU IV

*Raies spectrales de Nova Cygni 1948*

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ |    |    | COMPO-<br>SANTÉ | $\lambda$ | IDENTIFICATIONS                     |
|----------------------|-----------|----|----|-----------------|-----------|-------------------------------------|
|                      | a         | b  | c  |                 | CORRIGÉ   |                                     |
| 3 874,1              | TF        | TF | TF | A1              | 3 890,2   | H $\zeta$ 89,0, HeI 88,6(10)        |
| 3 878,0              | 4         | 4  | 4  | E1              | 3 888,4   | H $\zeta$ 89,0, HeI 88,6(10)        |
| 3 881,1              | m         | F  | F  | A2              | 3 889,1   | H $\zeta$ 89,0, HeI 88,6(10)        |
| 3 888,2              | 10        | 6  | 13 | E2              | 3 889,0   | H $\zeta$ 89,0, HeI 88,6(10)        |
| 3 892,3              | F         | f  | f  | A3              | 3 889,3   | H $\zeta$ 89,0, HeI 88,6(10)        |
| 3 895,7              | 7         | 5  | 11 | E3              | 3 890,3   | H $\zeta$ 89,0, HeI 88,6(10)        |
| 3 901,1              | 6         | 5  | 5  | E3              | 3 895,6   | OII 93,5(2)-96,3(1)                 |
|                      |           |    |    | E2              | 3 901,9   | TiII 00,5(60)                       |
| 3 907,1              | TF        | [m | f  | A1              | 3 923,3   | NII 19,3(6), OII 19,3(6)            |
| 3 911,6              | 4         | 3  | 4  | E2              | 3 912,4   | TiII 13,5(60)                       |
|                      |           |    |    |                 |           | OII 12,0(10)-12,1(2)                |
| 3 918,8              | TF        | F  | F  | A1              | 3 935,0   | OaII 33,7(400R)                     |
| 3 923,4              | 3         | 3  | 3  | E1              | 3 933,9   | CaII 33,7(400R)                     |
| 3 925,6              | F         | F  | F  | A2              | 3 933,7   | CaII 33,7(400R)                     |
| 3 930,3              | 6         | 2  | 3  | E2*             | 3 933,8   | CaII 33,7(400R)                     |
| 3 933,3              | TF        | TF | TF | A               | 3 933,3   | CaII 33,7(100R)                     |
|                      |           |    |    |                 |           | absorption interstellaire           |
| 3 935,8              | 10        | 4  | 3  | E2*             | 3 933,8   | CaII 33,7(400R)                     |
| 3 938,6              | 9         | 3  | 3  | E3              | 3 933,1   | CaII 33,7(400R)                     |
| 3 942,7              | 3         | 4  | 5  | E2              | 3 943,5   | OII 45,0(5)                         |
| 3 947,2              | 3         | 4  | 9  | E2              | 3 948,0   | OI 47,3(10)-47,5(7)-47,6(4)         |
| 3 953,5              | TF        | TF | TF | A1              | 3 969,9   | CaII 68,5(350R), H $\epsilon$ 70,1  |
| 3 958,8              | 3         | 4  | 6  | E1              | 3 969,4   | CaII 68,5(350R), H $\epsilon$ 70,1  |
| 3 961,5              | F         | F  | F  | A2              | 3 969,7   | CaII 68,5(350R), H $\epsilon$ 70,1  |
| 3 965,3              | 12        | 13 | 20 | E2*             | 3 968,9   | CaII 68,5(350R), H $\epsilon$ 70,1  |
| 3 968,2              | F         | F  | F  | A               | 3 968,2   | CaII 68,5(350R)                     |
|                      |           |    |    |                 |           | absorption interstellaire           |
| 3 970,9              | 16        | 16 | 27 | E2*             | 3 968,9   | CaII 68,5(350R), H $\epsilon$ 70,1  |
| 3 972,5              | tf        | tf | tf | A3              | 3 969,5   | OaII 68,5(350R), H $\epsilon$ 70,1  |
| 3 974,4              | 24        | 16 | 26 | E3              | 3 968,8   | CaII 68,5(350R), H $\epsilon$ 70,1  |
|                      |           |    |    | E2              | 3 975,2   | FeII 74,2(3)-75,0(2)                |
| 3 980,4              | tf        | m  | f  | A1              | 3 996,9   | NII 95,0(10)                        |
| 3 984,5              | 5         | 10 | 15 | E1              | 3 995,2   | NII 95,0(10)                        |
| 3 994,2              | 4         | 8  | 18 | E2              | 3 995,0   | NII 95,0(10)                        |
| 3 999,7              | —         | 7  | 16 | E3              | 3 994,1   | NII 95,0(10)                        |
|                      |           |    |    | E2              | 4 000,5   | NI-00,0(4), NIII 98,7(3d)           |
| 4 002,1              | 4         | 3  | 2  | E2              | 4 002,9   | FeII 02,1(2)-02,5(3), CrII 03,3(25) |

(1) Dans les raies H et K du calcium, l'émission E2 est divisée par une raie d'absorption interstellaire.

TABLEAU IV (*suite*)

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ |    |    | COMPO-<br>SANTÉ | $\lambda$ | IDENTIFICATIONS                  |
|----------------------|-----------|----|----|-----------------|-----------|----------------------------------|
|                      | a         | b  | c  |                 | CORRIGÉ   |                                  |
| 4 003,5              | —         | 4  | 6  | E3              | 3 997,9   | NIII 98,7(3d)                    |
|                      |           |    |    | E2              | 4 004,3   | NIII 03,6(4d)                    |
| 4 011,8              | f         | F  | F  | A1              | 4 028,4   | HeI 26,2(5), NII 26,1(3n)        |
| 4 023,4              | 3         | 2  | 1  | E2              | 4 024,2   | FeII 24,6(5), TiII 25,1(4)       |
|                      |           |    |    |                 |           | HeI 26,2(5)                      |
| 4 032,7              | 3         | 3  | 4  | E3              | 4 027,1   | NII 26,1(3n), HeI 26,2(5)        |
|                      |           |    |    | E2              | 4 033,5   | FeII 32,9(3)                     |
| 4 036,0              | 2         | 6  | 9  | E2              | 4 036,8   | CrII 38,0(25), NII 35,1(4n)      |
| 4 040,6              | 1         | 3  | 7  | E3              | 4 035,0   | NII 35,1(4n)                     |
|                      |           |    |    | E2              | 4 041,4   | NII 41,3(5n)                     |
| 4 043,3              | 1         | 3  | 6  | E2              | 4 044,1   | NII 43,5(3n)-44,8(2D)            |
| 4 048,4              | 5         | 2  | 4  | E3              | 4 042,8   | NII 41,3(5n)-43,5(3n)            |
|                      |           |    |    | E2              | 4 049,2   | FeII 48,8(3), NII 48,2(2D)       |
| 4 056,3              | f         | F  | F  | A1              | 4 073,1   | OII 72,2(8)                      |
| 4 067,8              | 2         | 6  | 7  | E2              | 4 068,6   | [SII] 68,6, FeII 66,3(2)         |
|                      |           |    |    |                 |           | OII 69,6(4)-69,9(6)              |
| 4 072,7              | 2         | 8  | 11 | E3              | 4 067,0   | FeII 66,3(2)                     |
|                      |           |    |    | E2              | 4 073,5   | OII 72,2(8), NII 73,1(2n)        |
| 4 075,8              | 2         | 6  | 11 | E3              | 4 070,1   | OII 69,6(4)-69,9(6)              |
|                      |           |    |    | E2              | 4 076,6   | [SII] 76,2, OII 75,9(10)         |
| 4 078,5              | 1         | 2  | 5  | E3              | 4 072,8   | OII 72,2(8), NII 73,1(2n)        |
|                      |           |    |    | E2              | 4 079,3   | OII 78,9(4)                      |
| 4 084,2              | TF        | TF | TF | A1              | 4 101,2   | H <sub>8</sub> 01,7              |
| 4 091,2              | 4         | 8  | 9  | E1              | 4 102,1   | H <sub>8</sub> 01,7              |
| 4 093,3              | F         | F  | F  | A2              | 4 101,8   | H <sub>8</sub> 01,7              |
| 4 100,6              | 25        | 30 | 38 | E2              | 4 101,4   | H <sub>8</sub> 01,7, OII 03,8(5) |
| 4 104,1              | F         | f  | —  | A3              | 4 101,0   | H <sub>8</sub> 01,7              |
| 4 107,8              | 25        | 31 | 42 | E3              | 4 102,0   | H <sub>8</sub> 01,7              |
|                      |           |    |    | E2              | 4 108,6   | NI 10,0(12), OII 04,7(5)-05,0(7) |
| 4 118,1              | 4         | 12 | 23 | E3              | 4 112,3   | NI 10,0(12), OII 12,0(4)         |
|                      |           |    |    | E2              | 4 118,9   | OII 19,2(8)                      |
| 4 126,5              | 4         | —  | —  | E2              | 4 127,3   | SiII 28,0(8), FeII 28,7(3)       |
| 4 132,2              | 3         | 4  | 5  | E2              | 4 133,0   | SiII 30,9(10), OII 32,8(6)       |
| 4 136,2              | tf        | tf | tf | A1              | 4 153,4   | NI 51,5(12)                      |
| 4 142,7              | 1         | 3  | 6  | E2              | 4 143,5   | OII 43,8(2), HeI 43,8(2)         |
| 4 147,8              | 2         | 4  | 6  | E2              | 4 148,6   | NI 51,5(12), OII 46,1(3)         |
| 4 155,3              | F         | m  | f  | A1              | 4 172,6   | FeII 73,5(8), TiII 71,9(30)      |
| 4 164,0              | m         | tf | —  | A1              | 4 181,3   | FeII 78,9(8)                     |
| 4 168,0              | 4         | 2  | 3  | E2              | 4 168,8   | TiII 71,9(30), OII 69,2(4)       |
| 4 174,5              | 6         | 4  | 5  | E3              | 4 168,7   | OII 69,2(4)                      |
|                      |           |    |    | E2              | 4 175,3   | FeII 73,5(8), NII 76,22(3n)      |

TABLEAU IV (*suite*)

| λ<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ |    |    | COMPÓ-<br>SANTÉ | λ<br>CORRIGÉ | IDENTIFICATIONS                           |
|--------------|-----------|----|----|-----------------|--------------|-------------------------------------------|
|              | a         | b  | c  |                 |              |                                           |
| 4 179,1      | 7         | 5  | 6  | E3              | 4 173,3      | FeII 73,5(8), TiII 71,9(30)               |
|              |           |    |    | E2              | 4 179,9      | FeII 78,9(8), CrII 79,4(12), NII 79,7(1n) |
| 4 193,5      | —         | 3  | 7  | E3              | 4 187,7      | OII 85,4(6)-89,8(8)                       |
|              |           |    |    | E2              | 4 194,3      | NIII 95,7(3)                              |
| 4 216,6      | m         | F  | F  | A1              | 4 234,1      | FeII 33,2(11), CrII 33,3(10)              |
|              |           |    |    |                 |              | OI 33,7(7)                                |
| 4 222,3      | 2         | 1  | —  | E2              | 4 223,1      | NI 23,0(5), OI 22,8(5)                    |
| 4 224,8      | f         | m  | F  | A1              | 4 242,3      | CrII 42,4(30), NII 41,8(8n)               |
| 4 231,5      | 8         | 8  | 8  | E3              | 4 225,6      | NI 24,7(4)                                |
|              |           |    |    | E2              | 4 232,3      | FeII 33,2(11), CrII 33,3(10)              |
|              |           |    |    |                 |              | OI 33,7(7)                                |
| 4 236,1      | 6         | 8  | 8  | E3              | 4 230,2      | FeII 33,2(11), OI 33,7(7)                 |
|              |           |    |    | E2              | 4 236,9      | NII 36,9(5)-37,0(4)                       |
| 4 240,9      | 4         | 7  | 8  | E2              | 4 241,7      | CrII 42,4(30), NII 41,8(8n)               |
| 4 251,5      | 1         | 3  | 6  | E2              | 4 252,4      | CrII 52,6(10), NI 53,3(4)-54,7(4)         |
|              |           |    |    |                 |              | OII 53,7(4d)-54,0(4d)                     |
| 4 267,5      | 1         | 1  | —  | E2              | 4 268,4      | CII 67,0(19)-67,3(20), CrII 69,3(10)      |
| 4 272,5      | 2         | 1  | 3  | E3              | 4 266,5      | CII 67,0(19)-67,3(20)                     |
|              |           |    |    | E2              | 4 273,4      | FeII 73,3(3), CrII 75,6(30)               |
|              |           |    |    |                 |              | OII 73,2(0n)-75,5(4n)                     |
| 4 279,0      | 1         | 3  | 5  | E3              | 4 273,0      | FeII 73,3(3), OII 73,2(0n)                |
|              |           |    |    | E2              | 4 279,9      | FeII 78,1(1)                              |
| 4 283,9      | f         | —  | —  | A1              | 4 301,7      | FeII 96,6(6)-03,2(8)                      |
|              |           |    |    |                 |              | TiII 00,1(60)-01,9(15)                    |
| 4 289,4      | 2         | 2  | 3  | E3              | 4 283,4      | OII 82,8(2d)                              |
|              |           |    |    | E2              | 4 290,3      | TiII 90,2(50), NIII 90,6(1n)-90,8(3n)     |
| 4 297,4      | 5         | 2  | —  | E2              | 4 298,3      | FeII 96,6(6)                              |
| 4 299,8      | f         | F  | F  | A1              | 4 317,6      | OII 17,1(8)-19,6(8)                       |
| 4 302,1      | 5         | 1  | 1  | E2              | 4 303,0      | FeII 03,2(8), OII 03,8(5n)                |
|              |           |    |    |                 |              | TiII 00,1(60)-01,9(15)                    |
| 4 310,1      | 4         | 4  | 7  | E3              | 4 303,9      | FeII 03,2(8), OII 03,8(5n)                |
| 4 312,7      | 1         | 4  | 7  | E3              | 4 306,7      | NI 05,5(6)                                |
|              |           |    |    | E2              | 4 313,6      | TiII 12,9(35), NI 13,1(4)                 |
| 4 314,9      | 3         | 5  | 6  | E2              | 4 315,8      | FeII 14,3(4), TiII 15,0(5)                |
|              |           |    |    |                 |              | OII 17,1(8)                               |
| 4 322,3      | TF        | TF | TF | A1              | 4 340,3      | H <sub>γ</sub> 40,5                       |
| 4 328,2      | 2         | 6  | 6  | E1              | 4 339,8      | H <sub>γ</sub> 40,5                       |
| 4 331,0      | F         | F  | F  | A2              | 4 340,0      | H <sub>γ</sub> 40,5                       |
| 4 338,7      | 42        | 42 | 46 | E2              | 4 339,6      | H <sub>γ</sub> 40,5                       |
| 4 343,8      | F         | f  | —  | A3              | 4 340,5      | H <sub>γ</sub> 40,5                       |
| 4 346,1      | 40        | 43 | 50 | E3              | 4 340,0      | H <sub>γ</sub> 40,5                       |

TABLEAU IV (*suite*)

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ |    |    | COMPO-<br>SANTE | $\lambda$<br>CORRIGÉ | IDENTIFICATIONS                                                       |
|----------------------|-----------|----|----|-----------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                      | a         | b  | c  |                 |                      |                                                                       |
| 4 354,1              | 16        | 31 | 40 | E3<br>E2        | 4 348,0<br>4 355,0   | OII 47,4(5), NIII 48,3(5)<br>FeII 51,8(9)-54,4(2n)<br>NIII 53,7(2)    |
| 4 359,2              | —         | —  | 23 | E3<br>E2        | 4 353,1<br>4 360,1   | OII 53,6(1)<br>NI 58,3(10)                                            |
| 4 363,6              | 2         | 13 | 16 | E2              | 4 364,5              | [OIII] 63,2                                                           |
| 4 374,6              | —         | 7  | 9  | E3<br>E2        | 4 368,5<br>4 375,5   | OI 68,3(10), OII 69,3(4)<br>NII 75,0(0)                               |
| 4 380,6              | 3         | 8  | 8  | E2              | 4 381,5              | OII 79,6(2)-78,4(3)<br>NIII 79,1(10)                                  |
| 4 389,2              | 3         | 2  | 2  | E3<br>E2        | 4 383,1<br>4 390,1   | FeII 85,4(7), OII 79,6(2)<br>FeII 89,4(1)                             |
| 4 398,8              | f         | F  | TF | A1              | 4 417,1              | FeII 16,8(7), TiII 17,7(40)<br>OII 14,9(10)-17,0(8)                   |
| 4 406,3              | 1         | 3  | 5  | E2              | 4 407,2              | TiII 07,7(1), OI 06,0(1)                                              |
| 4 412,8              | 2         | 9  | 10 | E2              | 4 413,7              | FeII 13,6(0)<br>OII 14,4(1)-14,9(10)                                  |
| 4 416,7              | 3         | 10 | 14 | E2              | 4 417,6              | FeII 16,8(7), TiII 17,7(40), OII 17,0(8)                              |
| 4 421,1              | 4         | 10 | 14 | E3<br>E2        | 4 414,9<br>4 422,0   | OII 14,4(1)-14,9(10)<br>NaI 19,9(3)-23,3(4n)                          |
| 4 434,5              | F         | f  | tf | A1              | 4 452,9              | FeII 51,5(4)-55,3(3)                                                  |
| 4 441,8              | 1         | 6  | 10 | E2              | 4 442,7              | TiII 43,8(50), NII 42,0(3n), OII 43,1(5)                              |
| 4 445,8              | 2         | 5  | 9  | E2              | 4 446,7              | FeII 46,2(1n), NII 47,0(10)<br>OII 48,2(6)                            |
| 4 452,1              | F         | F  | F  | A1              | 4 470,5              | HeI 71,5(6), TiII 68,5(50), OII 69,3(3)                               |
| 4 460,0              | F         | —  | —  | A1              | 4 478,5              | MgII 81,1-81,3(100)                                                   |
| 4 467,8              | 3         | 7  | 11 | E2              | 4 468,7              | TiII 68,5(50), OII 67,8(4)-69,3(3)                                    |
| 4 470,2              | —         | 8  | 15 | E2              | 4 471,1              | HeI 71,5(6)                                                           |
| 4 475,9              | 2         | 7  | 17 | E2              | 4 476,8              | OII 77,9(2n), NII 77,2(2)                                             |
| 4 485,2              | 4         | 6  | 7  | E3<br>E2        | 4 478,9<br>4 486,1   | FeII 80,7(1), OII 77,9(2n), NII 77,2(2)<br>TiII 88,3(15), NII 88,2(2) |
| 4 492,9              | tf        | F  | f  | A1              | 4 511,6              | FeII 08,3(8), NIII 10,9(6)                                            |
| 4 496,1              | 1         | —  | —  | E3              | 4 489,8              | CrII 88,2(75)                                                         |
| 4 499,8              | f         | F  | m  | A1              | 4 518,5              | FeII 15,3(7)-20,2(7),<br>NIII 14,9(7)-18,2(3)                         |
| 4 508,9              | 3         | 3  | 2  | E2              | 4 509,8              | FeII 08,3(8), NIII 10,9(6)                                            |
| 4 515,7              | 5         | 6  | 6  | E3<br>E2        | 4 509,4<br>4 516,6   | FeII 08,3(8), NIII 10,9(6)<br>FeII 15,3(7), NIII 14,9(7)              |
| 4 520,3              | 7         | 6  | 6  | E3<br>E2        | 4 514,0<br>4 521,2   | FeII 15,3(7), NIII 14,9(7)<br>FeII 20,2(7)-22,6(9), NIII 23,6(4)      |
| 4 533,0              | f         | m  | tf | A1              | 4 552,0              | FeII 49,5(10), NIII 52,5(4)                                           |

TABLEAU IV (*suite*)

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ |    |    | COMPO-<br>SANTÉ | $\lambda$ | IDENTIFICATIONS                            |
|----------------------|-----------|----|----|-----------------|-----------|--------------------------------------------|
|                      | a         | b  | c  |                 | CORRIGÉ   |                                            |
| 4 539,1              | m         | m  | tf | A1              | 4 557,9   | FeII 55,9(8), CrII 55,0(20)-58,7(100)      |
| 4 545,0              | 2         | 5  | 4  | E2              | 4 545,9   | NaI 45,2(4n)                               |
| 4 550,9              | 3         | 4  | 5  | E2              | 4 551,8   | FeII 49,5(10), TiII 49,6(60n), NII 52,5(4) |
| 4 554,2              | 6         | 5  | 3  | E3              | 4 547,8   | FeII 49,5(10), TiII 49,6(60n)              |
|                      |           |    |    | E2              | 4 555,1   | FeII 55,9(8), CrII 55,0(20)                |
| 4 558,3              |           | 4  | 4  | E3              | 4 551,9   | NII 52,5(4)                                |
|                      |           |    |    | E2              | 4 559,1   | CrII 58,7(100)                             |
| 4 573,6              | tf        | F  | TF | A1              | 4 592,6   | CrII 88,2(75), TiII 90,0(3), OII 91,0(9)   |
| 4 580,1              | 4         | 2  | 1  | E2              | 4 581,0   | FeII 82,8(3)-83,8(11)                      |
| 4 584,2              | —         | f  | F  | A1              | 4 603,2   | NII 01,5(8)                                |
| 4 590,2              | 5         | 3  | 2  | E2              | 4 591,1   | CrII 88,2(75), TiII 90,0(3), OII 91,0(9)   |
| 4 597,3              | —         | 3  | 7  | E3              | 4 590,9   | OII 91,0(9)                                |
|                      |           |    |    | E2              | 4 598,2   | OII 96,2(8), NII 01,5(8)                   |
| 4 604,7              | —         | 6  | 11 | E3              | 4 598,3   | OII 96,2(8), NII 01,5(8)                   |
|                      |           |    |    | E2              | 4 605,6   | NII 07,2(7)                                |
| 4 610,3              | F         | tf | tf | A1              | 4 629,4   | FeII 29,3(7), NII 30,5(10)                 |
| 4 614,9              | 1         | 3  | 7  | E3              | 4 608,5   | NII 07,2(7)                                |
|                      |           |    |    | E2              | 4 615,8   | NII 13,9(6)                                |
| 4 625,4              | 4         | 3  | —  | E2              | 4 626,3   | FeII 25,9(1)-29,3(7)                       |
| 4 626,1              | —         | tf | tf | A1              | 4 645,3   | NII 43,1(8)                                |
| 4 630,1              | 4         | 1  | —  | E2              | 4 631,0   | FeII 29,3(7)                               |
| 4 634,0              | 4         | 10 | 21 | E2              | 4 634,9   | FeII 35,3(5), CrII 34,1(25), NIII 34,2(9)  |
| 4 639,0              | 1         | 22 | 26 | E3              | 4 632,5   | NIII 34,2(9)                               |
|                      |           |    |    | E2              | 4 639,9   | NIII 40,6(10)-41,9(7)                      |
|                      |           |    |    |                 |           | OII 38,9(6)-41,8(9)                        |
| 4 643,9              | —         | 5  | 36 | E3              | 4 637,4   | OII 38,9(6)                                |
|                      |           |    |    | E2              | 4 644,8   | NII 43,1(8)                                |
| 4 648,5              | 2         | 28 | 38 | E3              | 4 642,0   | NIII 40,6(10)-41,9(7)                      |
|                      |           |    |    |                 |           | OII 41,8(9)                                |
|                      |           |    |    | E2              | 4 649,4   | OII 49,1(10)                               |
| 4 651,8              | —         | 29 | 33 | E3              | 4 645,3   | NII 43,1(8)                                |
|                      |           |    |    | E2              | 4 652,7   | OII 50,8(6), NII 54,6(2)                   |
| 4 657,5              | tf        | tf | tf | A1              | 4 676,8   | OII 76,2(8)-73,8(4)                        |
|                      |           |    |    |                 |           | OI 72,8(3d)-73,7(3)                        |
| 4 658,7              | —         | —  | 30 | E3              | 4 652,2   | OII 50,8(6), NII 54,6(2)                   |
|                      |           |    |    | E2              | 4 659,6   | OII 61,6(9)                                |
| 4 665,2              | 5         | 23 | 35 | E2              | 4 666,1   | FeII 66,8(—), NaI 64,8(3r), NII 67,3(2)    |
| 4 669,3              | 5         | 22 | 31 | E3              | 4 662,8   | OII 61,6(9)                                |
|                      |           |    |    | E2              | 4 670,2   | NaI 68,6(4r)                               |
| 4 674,8              | 2         | 16 | 25 | E3              | 4 668,3   | NII 67,3(2)                                |
|                      |           |    |    | E2              | 4 675,7   | OI 73,7(3), NII 75,0(2), OII 76,2(8)       |

TABLEAU IV (*suite*)

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ |     |     | COMPO-<br>SANTÉ | $\lambda$<br>CORRIGÉ | IDENTIFICATIONS                        |
|----------------------|-----------|-----|-----|-----------------|----------------------|----------------------------------------|
| a                    | b         | c   |     |                 |                      |                                        |
| 4 688,0              | f         | tf  | tf  | A1              | 4 707,5              | OII 05,4(8)                            |
| 4 694,3              | f         | f   | f   | A1              | 4 713,8              | HeI 13,1(3)                            |
| 4 703,9              | 1         | 9   | 14  | E3              | 4 697,3              | OII 96,4(2)                            |
|                      |           |     |     | E2              | 4 704,8              | OII 05,4(8)                            |
| 4 709,5              | 1         | 9   | 14  | E2              | 4 710,4              | OII 10,0(5)                            |
| 4 712,3              | —         | 7   | 15  | E3              | 7 705,7              | OII 05,4(8)                            |
|                      |           |     |     | E2              | 4 713,2              | HeI 13,1(3)                            |
| 4 733,7              | —         | f   | m   | A1              | 4 753,3              | NaI 51,8(4n)                           |
|                      |           |     |     |                 |                      | OII 51,3(4)-52,7(2)                    |
| 4 753,3              | f         | F   | F   | A1              | 4 773,0              | OI 72,5(3)-72,9(4)-73,8(5)             |
| 4 758,5              | f         | m   | F   | A1              | 4 778,2              | NII 79,7(4)                            |
| 4 776,3              | 1         | 3   | 5   | E2              | 4 777,3              | NII 79,7(4)                            |
| 4 791,4              | 1         | 6   | 9   | E2              | 4 792,4              | NII 88,1(5)-93,7(2)                    |
| 4 796,7              | —         | 5   | 11  | E3              | 4 790,0              | NII 88,1(5)-93,7(2)                    |
| 4 803,3              | 2         | 5   | 4   | E2              | 4 804,3              | TiII 05,1(4), NII 03,3(6)              |
| 4 807,0              | —         | 2   | 10  | E2              | 4 808,0              | NII 10,3(2)                            |
| 4 825,4              | 2         | —   | —   | E2              | 4 826,4              | CrII24,1(75)                           |
| 4 839,9              | TF        | TF  | TF  | A1              | 4 860,0              | H $\beta$ 61,3                         |
| 4 860,7              | 100       | 106 | 98  | E2              | 4 861,7              | H $\beta$ 61,3                         |
| 4 868,2              | 80        | 96  | 100 | E3              | 4 861,4              | H $\beta$ 61,3                         |
| 4 892,5              | —         | 2   | 7   | E2              | 4 893,5              | NII 95,2(4)                            |
| 4 902,4              | f         | m   | F   | A1              | 4 922,8              | FeII 23,9(12), HeI 22,0(4)             |
| 4 922,6              | 12        | 12  | 10  | E2              | 4 923,6              | FeII 23,9(12), OII 24,6(6)             |
|                      |           |     |     |                 |                      | HeI 22,0(4)                            |
| 4 927,2              | 10        | 13  | 11  | E3              | 4 920,3              | HeI 22,0(4) ?                          |
| 4 931,7              | 8         | 12  | 10  | E3              | 4 924,8              | FeII 23,9(12), OII 24,6(6)             |
|                      |           |     |     | E2              | 4 932,7              | NI 35,0(10)                            |
| 4 954,4              | f         | tf  | —   | A1              | 4 974,9              | NaI 78,5(5r)                           |
| 4 957,6              | —         | —   | 5   | E2              | 4 958,6              | [OIII] 58,9                            |
| 4 978,6              | m         | m   | F   | A1              | 4 999,2              | NII 94,4(6)-01,5(8)-01,1(7)            |
| 4 995,8              | m         | m   | m   | A1              | 5 016,6              | HeI 15,7(6), FeII 18,4(12)             |
| 5 006,2              | —         | 23  | 25  | E2              | 5 007,2              | [OH] 06,8                              |
| 5 015,0              | —         | 36  | 38  | E2              | 5 016,0              | HeI 15,7(6)                            |
| 5 016,8              | 19        | 37  | 35  | E2              | 5 017,8              | FeII 18,4(12), OI 18,8(3)              |
|                      |           |     |     |                 |                      | NII 16,4(5)                            |
| 5 025,3              | 10        | 18  | 18  | E3              | 5 018,3              | FeII 18,4(12), OI 18,8(3), NII 16,4(5) |
|                      |           |     |     | E2              | 5 026,3              | NII 25,7(6)                            |
| 5 037,1              | —         | 9   | 13  | E2              | 5 038,1              | NII 40,8(0) ?                          |
| 5 041,3              | 4         | —   | —   | E2              | 5 042,3              | SiII 41,1(8)                           |
| 5 045,7              | —         | 3   | 10  | E2              | 5 046,7              | NII 45,1(8)                            |
| 5 145,8              | f         | f   | tf  | A1              | 5 167,2              | FeII 69,0(12)                          |

TABLEAU IV (*suite*)

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ |    |    | COMPO-<br>SANTÉ | $\lambda$ | IDENTIFICATIONS                                     |
|----------------------|-----------|----|----|-----------------|-----------|-----------------------------------------------------|
|                      | a         | b  | c  |                 | CORRIGÉ   |                                                     |
| 5 168,5              | 15        | 12 | 14 | E2              | 5 169,5   | FeII 69,0(12), NII 68,2(1)<br>NII 70,1(1)-71,5(1)   |
| 5 194,7              | 5         | 3  | —  | E2              | 5 195,7   | FeII 97,6(6)                                        |
| 5 215,5              | m         | f  | —  | A1              | 5 237,1   | FeII 34,6(7), CrII 37,3(75)                         |
| 5 235,5              | 4         | 3  | 2  | E2              | 5 236,5   | FeII 34,6(7), CrII 37,3(75)                         |
| 5 249,1              | m         | f  | f  | A1              | 5 270,9   | FeII 72,4(2)                                        |
| 5 254,7              | m         | f  | f  | A1              | 5 276,5   | FeII 76,0(7), OI 75,1(4)                            |
| 5 276,8              | 7         | 5  | 3  | E3              | 5 269,4   | FeII 72,4(2)                                        |
|                      |           |    |    | E2              | 5 277,9   | FeII 76,0(7), CrII 79,9(15), OI 75,1(4)             |
| 5 294,5              | m         | f  | tf | A1              | 5 316,5   | FeII 16,6(8)-16,8(4)                                |
| 5 315,3              | 9         | 8  | 7  | E2              | 5 316,4   | FeII 16,6(8)-16,8(4)<br>NIII 14,5(2)                |
| 5 319,6              | —         | 11 | 7  | E2              | 5 320,7   | NII 21,0(3)                                         |
| 5 324,1              | —         | 4  | 7  | E2              | 5 325,2   | NI 28,7(5)                                          |
| 5 362,4              | 2         | 1  | —  | E2              | 5 363,5   | FeII 62,9(5)                                        |
| 5 404,7              | m         | tf | —  | A1              | 5 427,2   | FeII 25,3(2)-27,8(30)                               |
| 5 478,1              | 1         | 4  | 6  | E2              | 5 479,2   | CrII 78,4(15), NII 78,1(2)-80,1(3)                  |
| 5 486,2              | —         | —  | 5  | E2              | 5 487,3   | OI 86,6(3)                                          |
| 5 515,4              | tf        | f  | f  | A1              | 5 538,3   | NII 35,4(5)-40,2(1)-43,5(3)                         |
| 5 533,1              | 5         | 4  | 6  | E2              | 5 534,2   | FeII 34,9(4), NII 35,4(5)-35,4(5)                   |
| 5 539,8              | —         | 4  | 7  | E2              | 5 540,9   | NII 40,2(1)-43,5(3)                                 |
| 5 548,4              | —         | —  | 7  | E3              | 5 540,6   | NII 40,2(1)-43,5(3)                                 |
|                      |           |    |    | E2              | 5 549,5   | NII 52,0(3)                                         |
| 5 553,6              | f         | f  | f  | A1              | 5 577,4   | [OI] 77,4 ?                                         |
| 5 576,8              | 9         | 14 | 14 | E2              | 5 577,9   | [OI] 77,4                                           |
| 5 627,8              | 1         | 1  | 1  | E2              | 5 628,9   | NI 23,2(4)-25,4(2)                                  |
| 5 646,0              | m         | F  | F  | A1              | 5 669,4   | NaI 69,8(3s), NII 66,6(8)                           |
| 5 677,1              | 6         | 18 | 28 | E3              | 5 669,2   | NaI 69,8(3s), NII 66,6(8)                           |
|                      |           |    |    | E2              | 5 678,2   | CrII 78,4(10), NaI 75,3(3s)<br>NII 76,0(6)-79,6(10) |
| 5 681,3              | —         | 15 | 25 | E2              | 5 682,4   | NaI 82,6(8), NII 86,2(6)                            |
| 5 692,7              | 2         | 10 | 20 | E3              | 5 684,7   | NaI 82,6(8), NII 86,2(6)                            |
|                      |           |    |    | E2              | 5 693,8   | NaI 88,2(10)                                        |
| 5 746,7              | 5         | 22 | 32 | E2              | 5 747,8   | NI 47,4(2), OI 50,4(5), NII 47,3(4)                 |
| 5 755,0              | 4         | 19 | 31 | E2              | 5 756,2   | [NII] 54,8                                          |
| 5 813,2              | —         | 1  | 4  | E2              | 5 814,4   | NI 16,5(2)                                          |
| 5 827,4              | 2         | 1  | 2  | E3              | 5 819,3   | NI 16,5(2)                                          |
|                      |           |    |    | E2              | 5 828,6   | CrII 27,4(5), NI 29,5(6)                            |
| 5 849,4              | m         | m  | F  | A1              | 5 873,7   | HeI 75,6(10)                                        |
| 5 875,1              | —         | 8  | 15 | E2              | 5 876,3   | HeI 75,6(10)                                        |
| 5 892,2              | 10        | 11 | 15 | E2              | 5 893,4   | NaI 90,0(10R)-95,9(9R), FeII 91,4(8)                |

TABLEAU IV (*suite*)

| $\lambda$<br>OBSERVÉ | INTENSITÉ |     |     | COMPO-<br>SANTÉ | $\lambda$ | IDENTIFICATIONS                                                 |
|----------------------|-----------|-----|-----|-----------------|-----------|-----------------------------------------------------------------|
|                      | a         | b   | c   |                 | CORRIGÉ   |                                                                 |
| 5 911,5              | f         | f   | F   | A1              | 5 936,0   | NII 31,8(7)-40,3(2)-41,7(8)                                     |
| 5 936,4              | 2         | 12  | 15  | E2              | 5 937,6   | NII 31,8(7)-40,3(2)                                             |
| 5 942,4              | —         | 14  | 19  | E3              | 5 934,1   | NII 31,8(7)                                                     |
|                      |           |     |     | E2              | 5 943,6   | NII 41,7(8)                                                     |
| 5 953,1              | 4         | 15  | 15  | E3              | 5 944,8   | NII 41,7(8)                                                     |
|                      |           |     |     | E2              | 5 954,3   | FeII 56,5(4N), SiII 57,6(5),<br>OI 58,6(9)-58,5(7), NII 52,4(3) |
| 5 970,5              | f         | f   | —   | A1              | 5 995,3   | FeII 91,4(10), OI 91,9(2)-95,3(3)                               |
| 5 981,8              | —         | f   | m   | A1              | 6 006,7   | NI 08,5(10)                                                     |
| 5 993,3              | 4         | —   | —   | E2              | 5 994,5   | FeII 91,4(10)                                                   |
|                      |           |     |     |                 |           | OI 91,9(2)-95,3(3)                                              |
| 6 002,6              | 3         | 10  | 12  | E3              | 5 994,2   | FeII 91,4(10)                                                   |
|                      |           |     |     | E2              | 6 003,8   | OI 91,9(2)-95,3(3)                                              |
| 6 046,5              | 1         | 1   | —   | E2              | 6 047,7   | NI 99,5(6)-08,5(10)                                             |
|                      |           |     |     |                 |           | FeII 45,5(6)                                                    |
|                      |           |     |     |                 |           | OI 46,3(8)-46,5(10)                                             |
| 6 103,3              | 1         | 1   | 1   | E2              | 6 104,5   | FeII 03,5(8), OI 06,3(4)                                        |
| 6 112,5              | 1         | 1   | 1   | E3              | 6 104,0   | FeII 03,5(8)                                                    |
|                      |           |     |     | E2              | 6 113,7   | NII 14,6(0)                                                     |
| 6 129,8              | F         | f   | f   | A1              | 6 155,2   | FeII 49,2(20), NaI 54,2(8r)                                     |
|                      |           |     |     |                 |           | NaI 60,7(8r)                                                    |
|                      |           |     |     |                 |           | OI 53,6(15)-56,0(16)-56,8(17)                                   |
| 6 159,9              | 9         | 8   | 8   | E2              | 6 161,1   | NaI 60,7(8r)                                                    |
| 6 171,6              | 6         | 4   | 6   | E3              | 6 163,0   | NaI 60,7(8r)                                                    |
|                      |           |     |     | E2              | 6 172,8   | FeII 75,2(15), NII 67,8(4)-73,4(3)                              |
| 6 209,3              | m         | f   | —   | A1              | 6 235,1   | FeII 33,5(3)-38,4(20)                                           |
| 6 217,2              | m         | m   | m   | A1              | 6 243,0   | NII 42,5(5)                                                     |
| 6 243,3              | 6         | 4   | 3   | E2              | 6 244,5   | FeII 38,4(20)-47,6(80)                                          |
|                      |           |     |     |                 |           | NII 42,5(5)                                                     |
| 6 275,2              | F         | F   | F   | A1              | 6 301,2   | [OI] 00,2 ? FeII 05,3(15)                                       |
| 6 298,9              | 11        | 30  | 36  | E2              | 6 300,2   | [OI] 00,2                                                       |
| 6 335,5              | m         | m   | m   | A1              | 6 362,8   | [OI] 63,9 ? NII 57,0(2), OI 66,3(3)                             |
| 6 362,8              | 4         | 15  | 24  | E2              | 6 364,1   | [OI] 63,9                                                       |
| 6 430,5              | 1         | —   | —   | E2              | 6 431,8   | FeII 32,6(8)-33,9(3)                                            |
| 6 453,7              | 2         | 1   | 1   | E2              | 6 455,0   | FeII 56,4(200)                                                  |
|                      |           |     |     |                 |           | OI 53,6(15)-54,1(16)-56,0(17)                                   |
| 6 475,6              | —         | 6   | 7   | E2              | 6 476,8   | NI 81,7(2)-82,7(9)-83,8(3), NII 82,1(8)                         |
| 6 518,1              | TF        | TF  | TF  | A1              | 6 545,1   | H $_{\alpha}$ 62,8                                              |
| 6 561,5              | 240       | 245 | 250 | E2              | 6 561,8   | H $_{\alpha}$ 62,8                                              |



TiII (13,6 eV). — TiII suit la même variation que FeII. Ses principales raies, assez fortes au début, faiblissent ensuite et disparaissent.

3 901 Å, 3 914 Å, 4 290 Å, 4 300-4 302 Å, 4 313 Å, 4 418 Å, 4 444 Å, 4 469 Å.

NII (29,49 eV). — Très faiblement visible au mois de juin, NII devient de plus en plus important. Au mois d'août, il donne un grand nombre des raies les plus intenses du spectre.

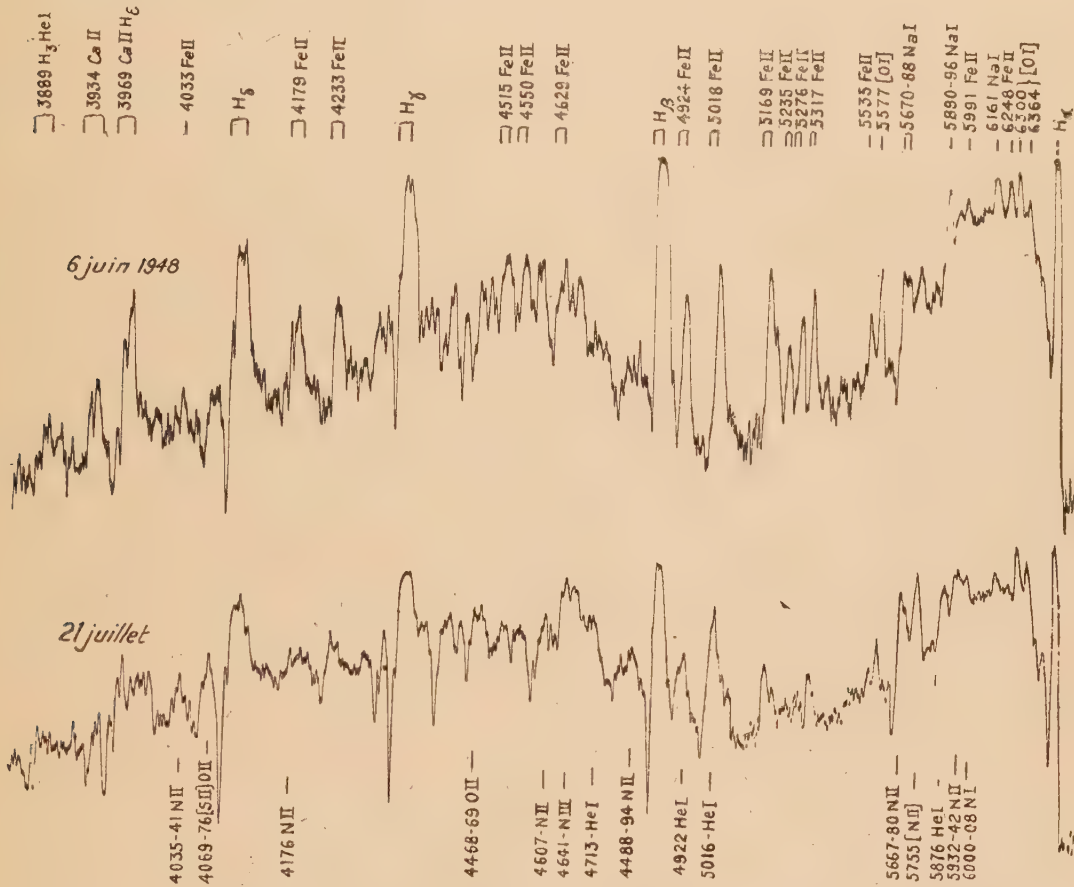


FIG. 8. — Enregistrements du spectre de Nova Cygni les 6 juin et 21 juillet 1948.

3 995 Å, 4 035 Å, 4 041 Å, 4 237 Å, 4 242 Å, 4 447 Å, 4 607 Å, 4 614 Å, 4 643 Å, 5 535 Å, 5 676-5 680 Å, 5 942 Å.

OII (35,0 eV). — OII a la même évolution que NII ; ses raies sont très faibles d'abord, puis se renforcent.

3 912 Å, 3 945 Å, le groupe 4 070-4 072-4 076 Å blend avec [SII], 4 119 Å, 4 317 Å, 4 415 Å, 4 417 Å, 4 469 Å, 4 649 Å, 4 662 Å, 4 676 Å, 4 705 Å, 4 710 Å.

HeI (24,48 eV). — Totalement absent en émission au début de juin, il apparaît à la fin de ce mois et augmente rapidement d'intensité. Mais ses plus fortes raies sont visibles en absorption dès les premières observations.

4 026 Å, 4 472 Å, 4 713 Å, 5 016 Å et 5 876 Å, ces deux dernières raies deviennent très intenses.

NIII (47,2 eV). — La raie 4 641 Å est aperçue pour la première fois le 16 juin et elle s'intensifie rapidement ; la raie 4 634 Å devient aussi très forte. Les raies 4 511 et 4 515 Å se superposent, puis se substituent aux raies 4 508 et 4 515 Å de FeII, mais elles restent faibles, ce qui montre bien que les raies 4 641 et 4 634 Å sont très fortement renforcées par le mécanisme de fluorescence de BOWEN [4]. La largeur de  $H_{\delta}$  empêche d'observer 4 097 Å.

NI (14,49 eV). — Les principales raies de NI sont visibles, faibles en juin, puis plus fortes. La doublet 6 000-6 008 Å donne une raie à 6 003 Å ; 4 152 Å se trouve dans l'absorption de FeII 4 174 Å ; 4 100 et 4 110 Å sont cachées par  $H_{\delta}$  ; 4 358 Å est observée au mois d'août ; les raies 4 935 et 5 829 Å sont présentes.

OI (13,56 eV). — OI est surtout caractérisé par le triplet 3 947-3 947-3 948 Å.

CrII (16,6 eV). — CrII est très probablement présent en juin, mais ses raies les plus importantes sont blend : 4 003 Å avec FeII, 4 038 Å avec NII, 4 555 Å avec FeII, 4 559 Å avec NIII, 4 588 Å avec TiII et OII, 5 237 Å avec FeII.

SiII (16,27 eV). — Des raies observées les premiers jours à 4 127, 4 133 et 5 042 Å doivent être attribuées à SiII, 4 128, 4 131 et 5 041 Å. Mais la raie 5 056 Å manque. 6 347 et 6 371 Å sont cachées par la raie 6 364 Å de [OI].

CII (24,28 eV). — Le doublet 4 267 Å est visible, faible, au mois de juin, puis disparaît.

MgII (14,97 eV). — Le doublet 4 481 Å de MgII se voit d'habitude fortement en absorption dans le spectre des jeunes novae. Dans Nova Cygni, on observe une faible absorption à 4 460 Å qui correspond à l'absorption A1, d'une raie à 4 479 Å et qui peut être attribuée à MgII.

### *Raies interdites.*

[OI] (13,56 eV). — Les trois raies de [OI] sont très brillantes déjà au mois de juin, et elles augmentent encore en intensité.

Il faut signaler que deux raies d'absorption assez fortes à 6 275,2 et 6 335,5 Å correspondent aux absorptions A1 de raies de longueur d'onde 6 300,2 et 6 362,8 Å et sont peut-être dues à l'absorption des raies nébulaires de [OI]. Il y a aussi une faible absorption qui, après correction de la vitesse radiale de la composante A1, donne 5 577,4 Å, c'est-à-dire la longueur d'onde de la raie aurorale. On sait que les raies de [OI] sont présentes dans le spectre de FRAUNHOFER. L'absorption de [OI] n'a pas encore été signalée dans les étoiles ; il faudrait donc que cette observation soit confirmée.

[NII] (29,49 eV). — La raie aurorale est bien visible dès les premières observations et devient très intense. Les raies nébulaires sont trop proches de  $H_{\alpha}$  pour être observées.

[SII] (23,3 eV). — Le doublet 4 069-4 076 Å est faible au mois de juin. Les raies se renforcent, mais cela peut être dû à l'apparition et à l'intensification des raies de OII 4 069-4 070 et 4 076 Å.

[OIII] (54,71 eV). — La raie aurorale 4 363 Å apparaît très faiblement sur nos premiers clichés, puis devient rapidement plus forte. 5 007 Å se voit pour la première fois, donnant une faible inflexion sur le côté de la raie 5 018 Å de FeII, le 28 juin ; elle s'intensifie aussi très vite ; 4 959 Å, n'est observable qu'au mois d'août.

### 9. ÉVOLUTION DE NOVA CYGNI.

Il apparaît clairement que cette nova évolue de la façon habituelle à ces étoiles, c'est-à-dire en présentant des éléments de potentiels d'excitation de plus en plus élevés.

Pour étudier avec plus de précision les stades où elle se trouvait pendant nos observations, je me suis reportée aux statistiques de DEAN Mc LAUGHLIN [17]. Dans le Tableau 3 de la page 433, l'auteur indique les différentes phases présentées par 7 novae brillantes en fonction du temps, et détermine pour chacune de ces phases la période moyenne  $\Delta t$  écoulée depuis le maximum d'éclat, l'unité de temps étant égale au temps mis par la nova pour faiblir de 3 magnitudes après le maximum.

Les différents stades utilisés par Mc LAUGHLIN sont définis de façon plus ou moins précise. J'ai choisi ceux pour lesquels il donne des critères très faciles à observer avec exactitude :

1° « L'éclair de [OI] » défini par les rapports d'intensités :

$$\frac{[\text{OI}]_{5577}}{\text{FeII}_{5534}} = 1,2 \quad \frac{[\text{OI}]_{6300}}{\text{FeII}_{6248}} = 1,6 \quad \frac{[\text{OI}]_{6363}}{\text{FeII}_{6218}} = 1,0$$

qu'il associe à  $\Delta t = 0,7$  et qui se situe le 5 juin.

2° « L'éclair de NII », pour lequel

$$\frac{[\text{NII}]_{5755}}{\text{NII}_{5680}} = 1,3 \quad \frac{[\text{NII}]_{5755}}{[\text{OI}]_{5577}} = 1,8$$

et  $\Delta t = 1,35$ . Je l'estime au 29 juin.

3° La date pour laquelle

$$\frac{\text{HeI}_{4472}}{\text{FeII}_{4515}} = 1,0$$

où  $\Delta t = 1,6$  et qui se trouve le 3 juillet.

4° La première apparition de la raie 4 641 Å de NIII avec  $\Delta t = 1,0$  qui se produit le 16 juin.

5° La première trace de la raie 5 007 Å de [OIII] qui correspond à  $\Delta t = 1,6$  et qui apparaît le 28 juin.

Sur la figure 9, ces dates sont portées en abscisses, et, en ordonnées, les  $\Delta t$  de Mc LAUGHLIN, Les points déterminent assez bien une droite.

D'après cette droite, le maximum d'éclat aurait eu lieu le 14 mai. Le Tableau 2 de l'article cité donne les différences de magnitude moyennes par rapport au maximum en fonction des diverses phases. On en déduit pour l'éclat du maximum de Nova Cygni :

|                                                         |        |
|---------------------------------------------------------|--------|
| d'après WHITNEY [19] (10 m le 2 juin)                   | 7 m, 6 |
| d'après GRÖNSTRAND [20] (9 m le 5 juin)                 | 6 m, 4 |
| d'après Mc K. NAIL [21] (8 m, 6 le 4 juin)              | 6 m, 1 |
| d'après Miss UNDERHILL [22] (14 m à 11 m, 5 le 13 juin) | 8 m, 5 |

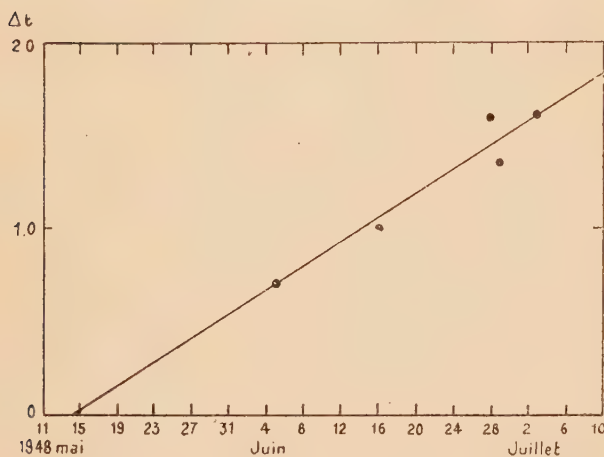


FIG. 9.

soit une moyenne de magnitude 7,1.

Sur la droite tracée,  $\Delta t = 1$  correspond à 31 jours, c'est-à-dire que la lumière de la Nova aurait mis 31 jours pour baisser de trois magnitudes après le maximum. C'est la valeur moyenne pour les « novae rapides ».

Suivant la relation « life-luminosity » donnée par le même auteur [23], la magnitude absolue photographique moyenne des novae rapides est — 7,2. D'où une distance apparente pour Nova Cygni de 7 200 parsecs, qui pourrait être considérable-

ment réduite si, l'on pouvait tenir compte de l'absorption interstellaire.

#### 10. TEMPÉRATURE ÉLECTRONIQUE.

Du 4 au 16 juin, les intensités des trois raies de [OI] sont constantes, le rapport de ces intensités

$$\frac{I(6300 + 6363)}{I 5577} = 1,70.$$

En utilisant les formules données par D. BARBIER [18], on trouve :

$$\frac{c_2}{T} = 2,45 \quad T = 5.840^\circ \text{ K},$$

Ces valeurs sont exactement les mêmes que celles trouvées pour Nova Herculis 1934, du 25 décembre 1934 au 25 février 1935, d'après les mesures de Miss PAYNE.

## 11. SPECTRE CONTINU ET TEMPÉRATURE DE COULEUR.

Le gradient  $\varphi = \frac{c_2}{T} \left( 1 - e^{-\frac{c_2}{\lambda T}} \right)$  du spectre continu a été calculé suivant la méthode donnée par A. ARNULF, D. BARBIER, D. CHALONGE et M. CANAVAGGIA [24]. Mais le tracé de ce fond sur les enregistrements est rendu difficile et un peu incertain par le très grand nombre de raies d'absorption et d'émission qui s'y superposent.

L'étoile de comparaison prise sur nos clichés est, soit  $\alpha$  Coronae Borealis, soit  $\alpha$  Cygni, pour lesquelles D. BARBIER et D. CHALONGE [25] ont mesuré respectivement  $\varphi = 1,07$  et  $1,24$ . En portant en abscisses les nombres d'onde  $1/\lambda$  et en ordonnées les différences de magnitude monochromatiques entre la Nova et l'étoile de comparaison, les points doivent se placer, si la répartition d'énergie des deux étoiles correspond à celle d'un corps noir, sur une droite. La pente de cette droite, multipliée par 0,921 donne le gradient relatif des deux étoiles.

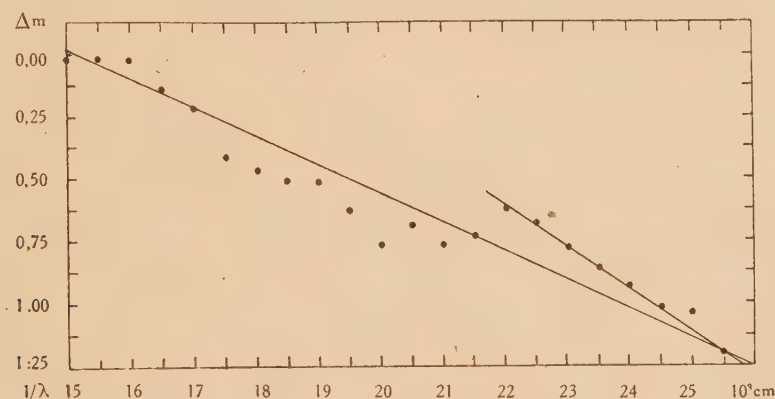


Fig. 10. — Différences de magnitude monochromatiques en fonction du nombre d'ondes entre Nova Cygni 1948 et  $\alpha$  Coronae Borealis, le 16 juin 1948.

Les mesures ont été faites de 3 800 à 6 500 Å. Elles présentent le même caractère que nous avons déjà trouvé pour Nova T Coronae Borealis 1946 [26] : les points se groupent plutôt sur deux droites parallèles de part et d'autre de 4 700 Å que sur une droite unique. La figure 10 montre la répartition des points pour un cliché du 4 juin.

Si l'on trace, pourtant, une droite représentant le mieux possible les mesures de tout le spectre, on obtient des résultats qui ne varient pas sensiblement pour toute la durée des observations, et qui donnent une température de couleur moyenne de 6 800° K.

En tenant compte seulement de la région 3 800-4 600 Å, qui correspond au domaine étudié par les auteurs cités, et pour laquelle les points déterminent bien mieux une droite, la température de couleur est beaucoup plus basse et diminue en fonction du temps. On trouve :

du 4 au 16 juin                      5 200° K ;  
du 1<sup>er</sup> juillet au 25 août      4 400° K.

## CHAPITRE III

## Mesures des intensités relatives des raies brillantes sur fond continu

## 12. ÉTALONNAGE PHOTOMÉTRIQUE DES CLICHÉS.

Cet étalonnage a été assuré, sur chaque cliché :

1° Par la photographie à côté du spectre de la Nova d'un spectre — ou de deux spectres différemment posés — d'une étoile voisine dont le gradient,  $\varphi = \frac{c_2}{T} \left( 1 - e^{-\frac{c_2}{\lambda T}} \right)$ , a été mesuré par D. BARBIER et D. CHALONGE [25].

Les étoiles de comparaison utilisées ont été  $\alpha$  Coronae Borealis ou  $\alpha$  Cygni dont les gradients respectifs, sont 1,07 et 1,24. La courbe de répartition d'énergie de ces étoiles a été assimilée à celle d'un corps noir à la température T correspondante, soit 15 000 et 12 400° K.

2° Par l'emploi du photomètre à pénombre de SOLEILLET et MARTELLY, modifié par D. BARBIER et tel que cet auteur l'a décrit en détail [27], qui permet d'obtenir les courbes de noircissement monochromatiques. Je ne rappelle que très brièvement la méthode. Les spectres sont pris avec un spectrographe de quartz à très large fente, dirigé sur un diffuseur de plâtre éclairé par une lampe à mercure. Sur l'axe optique est placé un diaphragme dont la forme est calculée de telle façon que le logarithme de l'éclairement, le long de la hauteur de la raie, varie à peu près proportionnellement à l'abscisse. D. BARBIER a étalonné directement la variation de cette intensité pour les raies 313, 365, 405 et 436 m $\mu$  du mercure. Elle peut être représentée par l'expression  $\log I = \gamma + \log (e^{\alpha x} - \beta)$  avec les valeurs suivantes des constantes :

---



---

|             | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ |
|-------------|----------|---------|----------|
|             | —        | —       | —        |
| 313 m $\mu$ | 0,0165   | 0,219   | 0,916    |
| 365         | 0,0161   | 0,222   | 0,920    |
| 405         | 0,0158   | 0,223   | 0,925    |
| 436         | 0,0154   | 0,233   | 0,933    |

---

Nous avons employé des plaques panchromatiques. Il était donc utile de se servir des raies du mercure les plus proches du rouge, 564 et 578 m $\mu$ . L'extrapolation des valeurs des constantes pour ces raies donne

$$\alpha = 0,0143 \quad \beta = 0,266 \quad \gamma = 1,025.$$

Nous avons mesuré un cliché sur lequel, en outre des raies du mercure à étudier, nous avons pris une série de spectres en diaphragmant le prisme de façon à avoir un étalonnage convenable. Les résultats ont confirmé l'exactitude des constantes extrapolées.

## 13. MÉTHODE DE MESURE EMPLOYÉE.

Les enregistrements microphotométriques de la Nova, de l'étoile de comparaison et des courbes de gradation ont été faits dans des conditions exactement identiques.

Pour chaque raie, la mesure sur l'enregistrement des densités du sommet de la raie, du fond continu et de l'étoile de comparaison à la même longueur d'onde permet de trouver à l'aide des courbes de noircissement et par interpolation entre ces courbes les valeurs de

$$\log I_{\text{raie} + \text{fond}} - \log I_{\text{étoile de comparaison}}$$

et

$$\log I_{\text{fond}} - \log I_{\text{étoile de comparaison}}.$$

Le  $\log I_{\text{étoile de comparaison}}$  est fourni, à une constante près, par la courbe de répartition d'énergie de l'étoile. On a donc

$$\log I_{\text{raie} + \text{fond}} \text{ et } \log I_{\text{fond}} \text{ à une constante près,}$$

et

$$I_{\text{raie} + \text{fond}} - I_{\text{fond}} = I_{\text{raie}} \text{ à un coefficient près.}$$

Ce coefficient a été déterminé en prenant l'intensité de  $H_{\beta}$  égale à 100.

La hauteur moyenne de la Nova au-dessus de l'horizon pendant la pose n'étant pas toujours égale à celle de l'étoile de comparaison, on a fait une correction correspondant à la différence d'effet d'absorption exercée par une atmosphère pure (diffusion moléculaire).

## 14. VÉRIFICATION DE LA MÉTHODE.

Cette méthode a été vérifiée à l'aide de clichés pris au laboratoire et présentant comme les novæ, des raies brillantes superposées à un fond continu.

*1<sup>re</sup> vérification.* — J'ai comparé les résultats obtenus, soit en mesurant seulement la densité maximum du sommet de la raie, soit en tenant compte du contour de la raie.

Pour cela, on a photographié simultanément une série de 10 plages uniformes, d'intensités croissantes, et une série de 10 traits brillants, identiques entre eux, dont l'intensité variait régulièrement suivant leur

longueur. Leurs distances étaient égales à la largeur des plages, et chaque plage était traversée par une de ces « raies ». La figure 11, ci-contre, reproduit ce cliché.

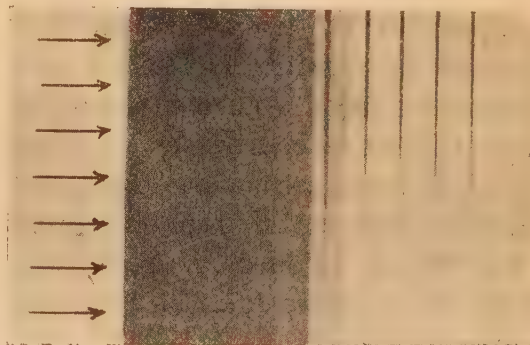


FIG. 11.

Les enregistrements microphotométriques ont été faits perpendiculairement à la longueur des traits (dans le sens des flèches), à 7 places différentes. Sur chacun de ces enregistrements, on avait 10 raies égales en intensité, superposées à 10 fonds différents.

Ce cliché a été étalonné ainsi que les clichés stellaires au moyen du photomètre à pénombre.

Les mesures d'intensités ont été faites, d'abord, par la méthode indiquée précédemment, en tenant compte seulement de la hauteur des raies sur les enregistrements. D'autre part le contour des raies a été mesuré et reproduit à grande échelle sur papier millimétrique, et les intensités intégrées sur toute la surface de la raie.

Les raies d'un enregistrement étant d'égale intensité, j'ai calculé par la méthode des moindres carrés l'erreur moyenne interne des mesures. Les deux méthodes donnent des résultats pratiquement identiques, à savoir, 19 % par les hauteurs, 23 % par les surfaces. Dans ce dernier cas, il faut tenir compte des erreurs apportées dans la mesure du contour des raies.

De plus, ces erreurs moyennes sont augmentées du fait que le cliché utilisé n'était pas parfait quant à l'homogénéité des plages. Il m'a pourtant semblé suffisant pour la comparaison des procédés et pour justifier la mesure des intensités des raies par leur densité maximum, méthode infiniment plus simple que celle des surfaces.

2<sup>e</sup> *vérification*. — J'ai étudié des clichés obtenus au laboratoire en photographiant simultanément les spectres ;

1<sup>o</sup> d'une lampe à filament de tungstène ;

2<sup>o</sup> d'un tube à hélium.

Ces deux sources éclairaient un diffuseur de plâtre sur lequel était dirigé le spectrographe. On obtenait ainsi des spectres présentant des raies brillantes sur un fond continu. En faisant varier la distance des lampes au diffuseur, on avait une série de spectres d'intensités différentes.

Sur chaque cliché, on prenait, en outre, une série de spectres du tube à hélium seul, en ouvrant très largement la fente du spectrographe de manière à avoir des densités de maxima facilement mesurables ; les distances tube-diffuseur étaient choisies de façon à faire varier  $\log d$  en progression arithmétique. Ces spectres ont servi à tracer les courbes de noircissement de la plaque pour chaque raie de l'hélium. De plus, ils ont permis de déterminer les intensités photographiques  $I$  relatives des raies de l'hélium, telles qu'elles résultaient de la courbe de sensibilité de la plaque. On a vérifié, qu'au degré de précision cherché, les courbes de noircissement relatives aux diverses raies de l'hélium étaient suffisamment parallèles pour que les « intensités photographiques » aient un sens.

Six clichés ont été réalisés ainsi sur différents types de plaques, en utilisant soit un spectrographe ouvert à  $F/1,5$ , soit un spectrographe ouvert à  $F/7$ , et en faisant, sur chacun, neuf spectres de diverses intensités.

Si l'on porte en abscisses les  $\log I$  qui résultent de l'étalonnage, et en ordonnées les  $\log I$  mesurés en tenant compte du fond continu, comme il a été expliqué plus haut, les points se placent de façon satisfaisante sur des droites de pente très voisine de  $45^\circ$ .

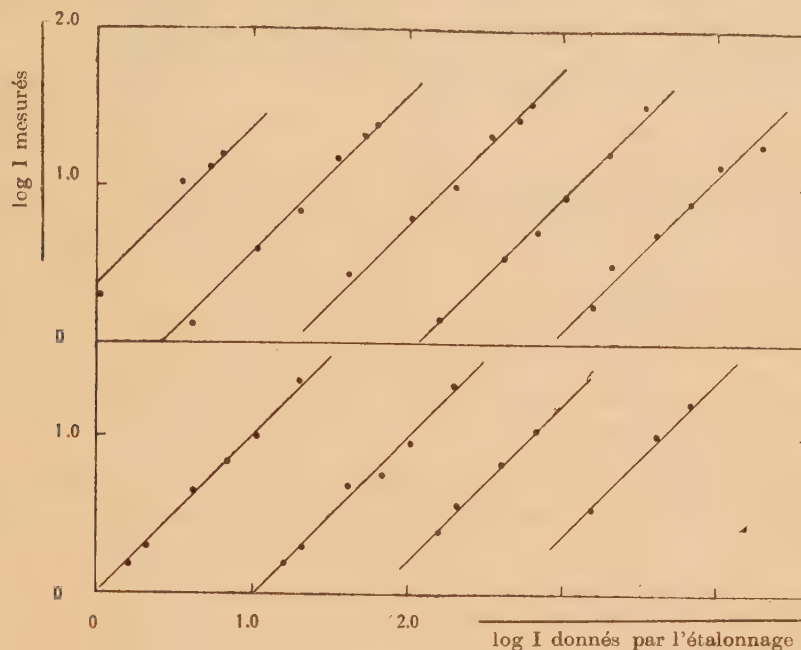


FIG. 12. — Étude des mesures d'intensité des raies brillantes sur fond continu. Plaque Kodak 103aO.

La figure 12 montre les résultats obtenus sur une plaque Kodak 103a0.

Pour chaque spectre, on a calculé, par la méthode des moindres carrés, le coefficient angulaire de la droite déterminée par les points et l'écart moyen à cette droite, puis la position optimum de la droite à  $45^\circ$  passant par les points et l'écart moyen à cette droite. Le Tableau V donne la moyenne pour chaque cliché de ces nombres.

TABLEAU V

| PLAQUES EMPLOYÉES       | SPECTROGRAPHES<br>UTILISÉS | COEFFICIENT<br>ANGULAIRE | ÉCART MOYEN<br>log I | ÉCART MOYEN<br>A UNE DROITE<br>A $45^\circ$<br>log I |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------------------------------------|
| Guilleminot Superfulgur | F/7                        | 1,082                    | $\pm 0,063$          | $\pm 0,066$                                          |
| Guilleminot Superfulgur | F/7                        | 0,998                    | 0,051                | 0,059                                                |
| Ilford HP3              | F/1,5                      | 1,190                    | 0,076                | 0,147                                                |
| Kodak 103aO             | F/1,5                      | 0,982                    | 0,052                | 0,058                                                |
| Kodak 103aO             | F/7                        | 1,014                    | 0,040                | 0,046                                                |
| Kodak 103aF             | F/1,5                      | 1,040                    | 0,044                | 0,077                                                |

Les écarts plus grand montrés par la plaque Ilford HP3 s'expliquent par le fait que la gradation très rapide de cette émulsion donnait sur chaque spectre très peu de raies convenablement mesurables.

Ces résultats justifient pleinement la méthode employée pour mesurer l'intensité des raies brillantes des novae superposées au spectre continu.

Il est évident, d'ailleurs, que dans la mesure des raies stellaires on ne peut attendre une très grande précision. Plusieurs causes d'erreurs inévitables interviennent.

Dans le cas de spectres aussi compliqués que celui de Nova Cygni, par exemple, la multitude des raies rend très incertaine la détermination du fond continu.

Les temps de pose sur les novae ont été souvent très longs, tandis qu'ils étaient forcément courts sur l'étoile de comparaison brillante, et différents encore pour l'étalonnage.

Les spectres stellaires ont été élargis par déplacement de l'image, ce qui peut modifier la loi du noircissement.

Enfin, on a assimilé les courbes d'énergie des étoiles de comparaison à celles du corps noir, ce qui ne peut être qu'approximatif dans un domaine aussi étendu (3 800 à 6 500 Å).

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] *U. A. I., Copenhagen, Circulaire* n° 1150.
- [2] *Astronomische Nachrichten*, **277**, 1949, p. 37.
- [3] *Astrophysical Journal*, **88**, 1938, p. 52.
- [4] *Astrophysical Journal*, **81**, 1935, p. 1.
- [5] *Comptes Rendus*, **201**, 1935, p. 1463.
- [6] *Comptes Rendus*, **224**, 1947, p. 802.
- [7] *Zeitschrift für Astrophysik*, **7**, 1933, p. 378.
- [8] *Monthly Notices*, **80**, 1920, p. 530.
- [9] *Publications of the Lick Observatory*, **18**, 1940, p. 20.
- [10] *Zeitschrift für Astrophysik*, **13**, 1936, p. 36.
- [11] *Astrophysical Journal*, **99**, 1944, p. 280.
- [12] *Astrophysical Journal*, **102**, 1945, p. 353.
- [13] *Annales d'Astrophysique*, **10**, 1947, p. 29.
- [14] *Astrophysical Journal*, **92**, 1940, p. 129.
- [15] *U. A. I., Copenhagen, Circulaire* n° 1153.
- [16] *Astrophysical Journal*, **95**, 1942, p. 356.
- [17] *Astrophysical Journal*, **95**, 1942, p. 428.
- [18] *Annales d'Astrophysique*, **11**, 1948, p. 193.
- [19] *U. A. I., Copenhagen, Circulaire* n° 1154.
- [20] *U. A. I., Copenhagen, Circulaire* n° 1157.
- [21] *U. A. I., Copenhagen, Circulaire* n° 1158.

- [22] *U. A. I., Copenhagen, Circulaire* n° 1160.
- [23] *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, **57**, 1945, p. 69.
- [24] *Journal des Observateurs*, **19**, 1936, p. 149.
- [25] *Annales d'Astrophysique*, **4**, 1941, p. 30.
- [26] *Annales d'Astrophysique*, **9**, 1946, p. 157.
- [27] *Annales d'Astrophysique*, **7**, 1944, p. 84.

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                                                           | Pages |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| SOMMAIRE.....                                                                             | 1     |
| INTRODUCTION .....                                                                        | 1     |
| CHAPITRE I. — LE SPECTRE DE NOVA SERPENTIS 1948.                                          |       |
| 1. Observations .....                                                                     | 2     |
| 2. Structure des raies .....                                                              | 4     |
| 3. Description du spectre .....                                                           | 4     |
| 4. Stade d'évolution de Nova Serpentis.....                                               | 20    |
| 5. Température électronique.....                                                          | 20    |
| CHAPITRE II. — LE SPECTRE DE NOVA CYGNI 1948.                                             |       |
| 6. Observations .....                                                                     | 21    |
| 7. Structure des raies .....                                                              | 22    |
| 8. Description du spectre .....                                                           | 23    |
| 9. Évolution de Nova Cygni .....                                                          | 35    |
| 10. Température électronique.....                                                         | 36    |
| 11. Spectre continu et température de couleur.....                                        | 37    |
| CHAPITRE III. — MESURE DES INTENSITÉS RELATIVES DES RAIES BRILLANTES SUR FOND<br>CONTINU. |       |
| 12. Étalonnage photométrique des clichés .....                                            | 38    |
| 13. Méthode de mesure employée .....                                                      | 39    |
| 14. Vérification de la méthode .....                                                      | 39    |
| BIBLIOGRAPHIE .....                                                                       | 42    |

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Spectres d'absorption des planètes dans le visible  
et le proche infrarouge

*Vu :*

LES MEMBRES DU JURY,

G. DEJARDIN

J. DUFAY

R. BERNARD

*Vu et approuvé :*

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES,

R. DOUIN.

*Vu et accordé le permis d'imprimer :*

Lyon, le 24 juin 1950

LE RECTEUR,

A. ALLIX.





